

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E ASSUNTOS ESTUDANTIS  
ENGENHARIA CIVIL**

**João Gabriel Oliveira Macedo  
Mateus Aparecido Plens de Almeida  
Rafael dos Santos Mello**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE *DRYWALL* COM GESSO ACARTONADO E  
ALVENARIA CERÂMICA CONVENCIONAL COMO SISTEMA DE VEDAÇÃO DE  
PAREDES INTERNAS**

**Sorocaba/SP  
2023**

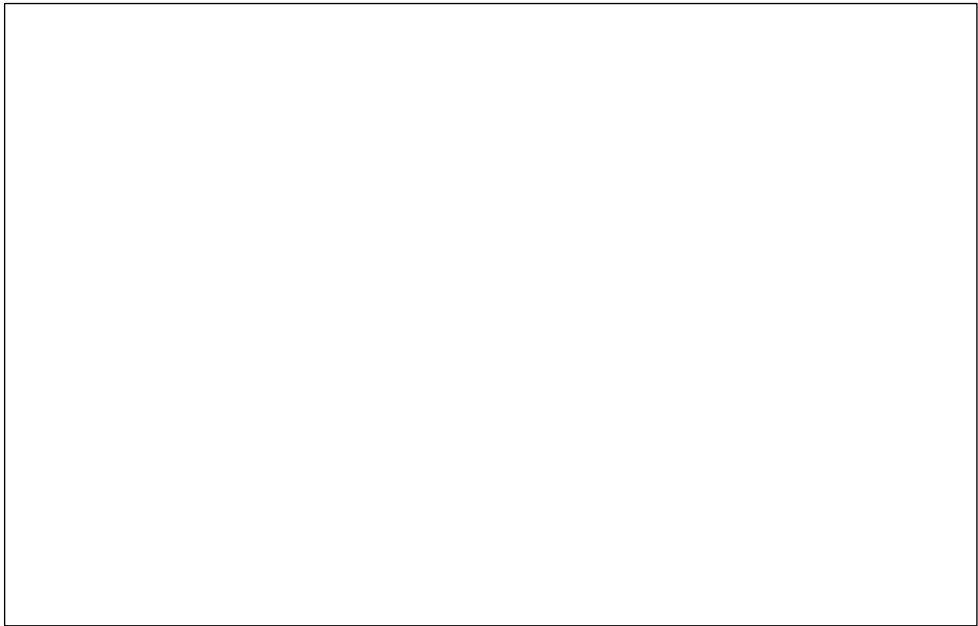
**João Gabriel Oliveira Macedo  
Mateus Aparecido Plens de Almeida  
Rafael dos Santos Mello**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE *DRYWALL* COM GESSO ACARTONADO E  
ALVENARIA CERÂMICA CONVENCIONAL COMO SISTEMA DE VEDAÇÃO DE  
PAREDES INTERNAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para  
obtenção de Diploma de Graduação em  
Engenharia Civil, da Universidade de  
Sorocaba.

Orientador: Prof. Me. Mário Sérgio Killian

**Sorocaba/SP  
2023**



**João Gabriel Oliveira Macedo  
Mateus Aparecido Plens de Almeida  
Rafael dos Santos Mello**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA *DRYWALL* COM GESSO  
ACARTONADO E ALVENARIA CERÂMICA CONVENCIONAL COMO SISTEMA  
DE VEDAÇÃO DE PAREDES INTERNAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para  
obtenção de Diploma de Graduação em  
Engenharia Civil, da Universidade de  
Sorocaba.

Aprovado em: 05/06/2023

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Me. Mário Sérgio Killian  
Universidade de Sorocaba

Prof.(a) Ma. Luma Caroline de Barros  
Universidade de Sorocaba

Prof. Me. Paulo Sérgio Salmazo  
Universidade de Sorocaba

Prof. Me. Vitor Rogério Pires  
Universidade de Sorocaba

Dedicamos este trabalho a Deus, aos  
nossos familiares, amigos, professores, e  
a Universidade de Sorocaba, sem vocês  
nada disso seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Eu, João, agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para superar os obstáculos impostos ao longo do curso. Agradeço aos meus familiares e principalmente aos meus pais José Luíz e Edicléa, que sempre me incentivaram durante essa trajetória e não deixaram faltar amor e carinho em momento algum. Sem eles, nada disso seria possível. Agradeço aos amigos que a faculdade me deu e estes tornaram essa jornada mais leve, divertida e cheia de boas risadas. Aos professores, por terem dedicado seu tempo e esforço para compartilhar seu conhecimento conosco.

Eu, Mateus, agradeço primeiramente a Deus, fonte de toda sabedoria e força, que me guiou e abençoou durante todo o processo, aos meus familiares e especialmente aos meus pais Marcos e Dalva, que sempre acreditaram em mim, me incentivaram e com amor me deram todo o suporte necessário, a minha noiva Tainara, que é minha companheira, sou grato por sua compreensão, paciência e encorajamento ao longo desses anos, agradeço também aos meus amigos, tanto os antigos como os novos que a faculdade me proporcionou, estes fizeram essa trajetória mais divertida, não posso deixar de agradecer aos professores pelos conhecimentos, pela dedicação e orientação.

Eu, Rafael, agradeço à minha família, em especial aos meus pais Antônio e Maria, que entenderam as minhas ausências e não mediram esforços para que esse sonho se tornasse realidade, sempre me apoiando com muito amor, carinho. Agradeço à esta universidade que possibilitou a minha chegada até aqui, e a todos os professores, aos quais sem nominar terão a minha infinita gratidão, que compartilharam seus conhecimentos e experiências no processo de formação profissional. Agradeço aos meus amigos, aos antigos e aos novos que a universidade me deu, por compartilharem momentos incríveis comigo.

Agradecemos ao professor, orientador e mestre Mário Sérgio Killian por ter se dedicado e nos guiado para que este trabalho pudesse ser possível, e a Universidade de Sorocaba por proporcionar um ambiente rico em recursos e oportunidades.

Na engenharia, construir o futuro envolve projeto e prática. O futuro é construído atendendo as necessidades e descobertas que se apresentam ao longo do percurso.  
(Edilson Gomes de Lima)

## RESUMO

Com avanços tecnológicos e o crescimento do setor da engenharia civil, houve também a inovação no segmento de obras. Essas inovações são projetadas a fim de aprimorar a produtividade, ganho de versatilidade, tempo e a diminuição de custos. Como inovação para elementos de vedação, uma etapa importante nas obras, destaca-se o *drywall*, constituído por chapas de gesso acartonado e componentes metálicos, que surgiu no final do século XIX no Reino Unido e foi aprimorado nos Estados Unidos, chegando ao Brasil por volta de 1970. Mesmo sendo um método construtivo muito difundido em boa parte do mundo, esse sistema ainda vem se firmando no Brasil. Tendo em vista que o sistema *drywall* e a alvenaria cerâmica convencional são alguns dos métodos mais comuns para vedação vertical, cada um com suas vantagens e desvantagens, e que a escolha do sistema de vedação na construção é uma decisão de suma importância por afetar não apenas o desempenho da edificação em termos de isolamento acústico e térmico, mas também por possuir um impacto significativo no custo e no tempo de execução, o presente trabalho teve como objetivo apresentar esses sistemas e compará-los entre si, com base em critérios técnicos, econômicos e de produtividade, com o intuito de aprofundar a análise na escolha do melhor método para determinado projeto. De acordo com literatura e normas, foram apresentados resultados para os principais critérios na hora de escolher um sistema de vedação, além de destacar a relevância da comparação entre os sistemas construtivos na engenharia. Dentro dos seis critérios de comparação escolhidos (desempenho térmico, acústico, resistência ao fogo, custo, produtividade, carregamento na estrutura), o *drywall* apresentou larga superioridade em quatro. Estes fatores demonstram que o sistema é um forte concorrente no mercado, quando se trata de sistemas de vedação para paredes internas.

**Palavras-chave:** Vedação. *Drywall*. Alvenaria. Comparativo.

## ABSTRACT

With technological advancements and the growth of the civil engineering sector, there has also been innovation in the field of construction. These innovations are designed to enhance productivity, versatility, time efficiency, and cost reduction. One noteworthy innovation in the realm of sealing elements, which is an important step in construction, is drywall. Comprised of gypsum boards and metal components, drywall emerged in the late 19th century in the United Kingdom, further developed in the United States, arriving in Brazil around 1970. Despite being a widely used construction method in many parts of the world, this system is still establishing itself in Brazil. Considering that both the drywall system and conventional ceramic masonry are among the most common methods for vertical sealing, each with its own advantages and disadvantages, the choice of sealing system in construction is of paramount importance as it not only affects the building's performance in terms of acoustic and thermal insulation but also has a significant impact on cost and execution time. The aim of this study was to present and compare these systems based on technical, economic, and productivity criteria, in order to delve into the analysis of selecting the best method for a given project. According to literature and standards, results were presented for the main criteria when choosing a sealing system, emphasizing the importance of comparing construction systems in engineering. Out of the six selected comparison criteria (thermal performance, acoustic performance, fire resistance, cost, productivity, and structural load), drywall demonstrated significant superiority in four. These factors demonstrate that the system is a strong competitor in the market when it comes to internal wall sealing systems.

**Keywords:** Fence. Drywall. Masonry. Comparative.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical e horizontal.....	20
Figura 2 – Secagem de blocos cerâmicos de modo natural (ar livre).....	23
Figura 3 – Secagem de blocos cerâmicos em estufa pelo processo artificial com uso de ventiladores.....	23
Figura 4 - Forno do tipo túnel.....	24
Figura 5 – Assentamento dos blocos e verificação de nível da fiada e prumo.....	26
Figura 6 – Tipos de placa em gesso acartonado.....	29
Figura 7 - Guias e montantes da divisória de gesso acartonado.....	31
Figura 8 – Tipos de acessórios.....	33
Figura 9 – Ferramentas para medição, marcação e alinhamento dos sistemas.....	34
Figura 10 - Ferramentas para corte e aparafusamento das chapas, perfis e fixações.....	35
Figura 11 - Ferramentas para aberturas e acabamento do sistema.....	35
Figura 12 - Ferramentas para fixação e acabamento do sistema.....	36
Figura 13 – Fluxograma das etapas de execução da divisória de gesso acartonado.....	39
Figura 14 – Locação das guias.....	40
Figura 15 - Instalação das guias.....	41
Figura 16 – Encaixe dos montantes nas guias.....	42
Figura 17 – Emprego do nível de bolha para a colocação dos montantes no prumo.....	42
Figura 18 – Esquema de emendas em montantes.....	43
Figura 19 – Esquema de emendas em montantes duplos.....	43
Figura 20 – Direção dos montantes e sentido de colocação das chapas de gesso.....	44
Figura 21 – Desencontro das junções na sobreposição de duas chapas de gesso.....	45
Figura 22 – Disposição dos parafusos para fixação das chapas de gesso nos montantes e guias.....	45
Figura 23 – Detalhe do encontro da chapa de gesso com o piso.....	46
Figura 24 – Anel de proteção para instalações.....	46
Figura 25 – Instalação com caixas próprias para <i>drywall</i> .....	47
Figura 26 – Instalação com caixa convencional e fixação na placa.....	48
Figura 27 – Instalação com caixa convencional e fixação na estrutura.....	48
Figura 28 – Estrutura <i>drywall</i> com instalações.....	49
Figura 29 – Reforço horizontal em madeira.....	51
Figura 30 – Reforço horizontal em chapa metálica.....	51
Figura 31 – Reforço vertical em madeira.....	52
Figura 32 – Desencontro das junções de chapas entre as duas faces da divisória.....	53
Figura 33 – Aplicação de fita para junta e execução de camadas de rejunte.....	54
Figura 34 – Quadro de resistência ao fogo de paredes em chapas de gesso para <i>drywall</i> .....	58
Figura 35 – Gráfico do desempenho de resistência ao fogo para alvenaria cerâmica e <i>drywall</i> .....	59
Figura 36 – Fluxo de calor no sistema pelo método do caminho paralelo.....	61
Figura 37 – Esquema das resistências térmicas para eixo da ponte térmica e eixo da cavidade.....	62
Figura 38 – Quadro de espessura de paredes de sistema <i>drywall</i> .....	62
Figura 39 – Diferentes preenchimentos da cavidade para cálculo da resistência térmica.....	63

Figura 40- Quadro de condutividade térmica e espessura dos materiais utilizados na análise térmica de fechamento de sistema <i>drywall</i> .....	64
Figura 41 – Quadro de resistência e transmitância térmica em sistemas de <i>drywall</i> com placas de gesso acartonado.....	64
Figura 42 – Gráfico da variação da transmitância em sistemas <i>drywall</i> em função de diferentes espessuras e preenchimentos de cavidade interna.....	65
Figura 43 – Gráfico do desempenho quanto a transmitância térmica entre os sistemas de <i>drywall</i> e alvenaria cerâmica .....	66
Figura 44 - A eficiência do sistema massa-mola-massa é proporcionada pela descontinuidade dos meios .....	67
Figura 45 – Gráfico da comparação do desempenho acústico entre sistemas <i>drywall</i> com ou sem isolante e alvenaria cerâmica .....	67
Figura 46 – Gráfico do comparativo de preços dos sistemas de vedação .....	75
Figura 47 – Quadro de coeficiente de produtividade da mão de obra para execução dos sistemas de vedação vertical interna.....	77
Figura 48 – Gráfico do comparativo da produtividade dos sistemas de vedação vertical .....	77
Figura 49 – Quadro de carga gerada pelos sistemas de vedação .....	79
Figura 50 – Gráfico do carregamento gerado pelos sistemas de vedação .....	79
Figura 51 – Quadro dos resultados comparativos.....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tolerâncias das características geométricas das chapas de gesso para <i>drywall</i> .....	28
Tabela 2– Limites para as características físicas e mecânicas das chapas de gesso para <i>drywall</i> .....	29
Tabela 3 – Tipos de chapa.....	30
Tabela 4 - Feltros de lã de vidro.....	33
Tabela 5 – Painéis de lã mineral.....	34
Tabela 6 – Representação analítica do item 96358.....	70
Tabela 7 – Representação analítica do item 88495.....	71
Tabela 8 – Representação analítica do item 103342.....	71
Tabela 9 – Valor médio unitário do bloco de vedação cerâmico (14x19x29) cm.....	72
Tabela 10 – Adaptação da representação analítica para o bloco de vedação cerâmico (14x19x29) cm.....	72
Tabela 11 – Representação analítica do item 87878.....	73
Tabela 12 - Representação analítica do item 87529.....	73
Tabela 13 – Parede de vedação em <i>drywall</i> - valor por m <sup>2</sup> no estado de São Paulo.....	74
Tabela 14 – Parede de vedação em alvenaria - valor por m <sup>2</sup> no estado de São Paulo.....	74

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFACER	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento
ANICER	Associação Nacional de Indústria Cerâmica
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
a.C	Antes de Cristo
BQ	Placa de gesso com borda quadrada
BR	Placa de gesso com borda rebaixada
BSI	<i>British Standards Institution</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CR	Caixa Referencial
CSTB	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CBPMESP	<i>Centre Scientifique et Technique du Batiment</i>
Hh	Homens-hora
IISI	<i>International Iron and Steel Institute</i>
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
NBR	Norma Brasileira
QS	Quantidade de serviço produzido
RF	Placa de gesso resistente ao fogo
RS	Rio Grande do Sul
RU	Placa de gesso resistente à umidade
RUP	Razão Unitária de Produtividade
Rw	Índice de redução sonora ponderado
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil 1
SP	São Paulo
ST	Placa de gesso tipo <i>Standard</i> (geral)

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
cm	Centímetros
g	Gramas
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
mm	Milímetros
m	Metros
TRPF-13	Tipo de parafuso para <i>Drywall</i>
kg	Quilogramas
W	Watts
K	Kelvin
dB	Decibéis
kN	Quilonewton

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivo Específico.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>ELEMENTOS DE VEDAÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Alvenarias De Vedação .....</b>	<b>19</b>
3.1.1	Tipos de alvenaria .....	19
3.1.2	Blocos cerâmicos.....	20
3.1.3	Fabricação de blocos cerâmicos .....	21
3.1.3.1	Preparação da massa .....	21
3.1.3.2	Moldagem .....	22
3.1.3.3	Secagem.....	22
3.1.3.4	Queima.....	24
3.1.4	Execução .....	25
<b>3.2</b>	<b>Sistema <i>Drywall</i> .....</b>	<b>27</b>
3.2.1	Placas de gesso acartonado ( <i>drywall</i> ) .....	28
3.2.2	Estrutura Metálica .....	30
3.2.3	Elementos de fixação.....	31
3.2.4	Acabamento de juntas e colagem.....	32
3.2.5	Acessórios .....	32
3.2.6	Lã mineral .....	33
3.2.7	Relação de equipamentos .....	34
3.2.8	Estocagem, manuseio e transporte .....	36
3.2.8.1	Chapas de gesso .....	36
3.2.8.2	Perfis Metálicos.....	37
3.2.8.3	Massas em pó.....	37
3.2.8.4	Massas prontas.....	38
3.2.9	Execução .....	38
3.2.9.1	Locação e fixação das guias .....	39
3.2.9.2	Colocação dos montantes.....	41
3.2.9.3	Fechamento da primeira face da divisória.....	44
3.2.9.3.1	Execução das instalações e reforços.....	46
3.2.9.3.2	Instalações elétricas .....	47
3.2.9.3.3	Instalações hidráulicas.....	49
3.2.9.3.4	Reforços .....	50

3.2.9.4	Fechamento da segunda face da divisória.....	53
3.2.9.5	Tratamento das juntas .....	53
3.2.9.6	Acabamento final .....	55
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1</b>	<b>Propriedades.....</b>	<b>56</b>
4.1.1	Resistência ao fogo .....	57
4.1.2	Isolamento Térmico .....	59
4.1.2.1	Cálculo da Resistência e Transmitância Térmica .....	60
4.1.2.1.1	Sistemas Homogêneos.....	60
4.1.2.1.2	Sistemas não Homogêneos e Método do Caminho Paralelo.....	61
4.1.2.2	Metodologia.....	62
4.1.2.3	Resultados Obtidos .....	64
4.1.3	Isolamento Acústico.....	66
4.1.4	Estanqueidade.....	68
<b>4.2</b>	<b>Custos dos Sistemas.....</b>	<b>69</b>
4.2.1	Captação dos dados .....	69
4.2.1.1	Sistema de vedação em <i>drywall</i> .....	69
4.2.1.2	Sistema de vedação em alvenaria cerâmica.....	71
4.2.2	Comparativo de custos .....	74
<b>4.3</b>	<b>Indicador de Razão Unitária de Produtividade (RUP).....</b>	<b>75</b>
4.3.1	Metodologia .....	76
4.3.2	Resultados obtidos .....	76
<b>4.4</b>	<b>Carregamento.....</b>	<b>78</b>
<b>4.5</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>80</b>
<b>5</b>	<b>VANTAGENS X DESVANTAGENS .....</b>	<b>81</b>
<b>5.1</b>	<b>Vantagens.....</b>	<b>81</b>
<b>5.2</b>	<b>Desvantagens.....</b>	<b>81</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>82</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE A - RESISTÊNCIA TÉRMICA E TRANSMITÂNCIA TÉRMICA .....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O engenheiro civil deve-se manter atualizado perante as inovações no mercado de trabalho, tendo em vista escolher qual o melhor método de vedação para obra projetada, considerando suas vantagens e desvantagens no uso de alvenaria convencional e o sistema *drywall*.

Segundo Barros (1998, *apud* BARBOSA, 2015, p.1) a engenharia civil está em processo de mudança e reforma constante, em que a competitividade fica mais acentuada. Os progressos tecnológicos em todos os setores da construção civil fazem com que a produção dependente de mão de obra tenha um papel cada vez mais importante neste setor, impulsionada pela necessidade de racionalização em obra devido aos custos e a competitividade cada vez mais acirrada. Conseqüentemente, o engenheiro deve buscar soluções tecnológicas com melhor desempenho, custo e benefício.

Segundo Barros (1996), a vedação vertical que tradicionalmente é realizada em alvenaria, representa apenas 3 a 6% do custo do edifício; entretanto, muitos outros benefícios são obtidos através de sua racionalização, destacando-se o aumento da produtividade, a redução nas espessuras dos revestimentos e dos problemas patológicos, tanto da alvenaria como dos subsistemas inter-relacionados a ela.

A vedação vertical no Brasil, ainda é em boa parte tradicional, mas essa forma construtiva vem sendo substituída pelo uso do sistema de *drywall*. O sistema construtivo em gesso cartonado é uma das soluções que substituem a alvenaria convencional, em tijolo cerâmico ou bloco de concreto, pois pode ser utilizado para forros, divisórias de ambientes e como elemento de vedação (GUIMARÃES *et al.*, 2021).

Cabe salientar a importância do estudo comparativo como um fator de impulsionamento da geração de novas soluções para problemas conhecidos. As alvenarias cerâmicas, ao contrário dos sistemas *drywall*, uma vez acabadas são elementos fixos, permitindo pouca ou nenhuma alteração. A possibilidade de mudança de layout interno em uma edificação é bastante preciosa, pois oferece ao usuário maior mobilidade e flexibilidade quanto ao seu uso, além de garantir reformas rápidas, com pouca mão de obra e baixo custo, ainda geram pequenos níveis de resíduos sólidos de construção civil, que em sua grande parte não seriam reutilizados.

Dessa maneira, visa-se destacar e explorar todos os aspectos onde o sistema *drywall* possa apresentar superioridade, com intuito de mitigar ao máximo a barreira cultural existente no Brasil, onde se dá preferência a estruturas mais “robustas”, que oferecem sensação de solidez e maior resistência, deixando de lado elementos inovadores da construção civil que são aproveitados e explorados em outros países.

Frente as opções do mercado, esse trabalho respondeu o seguinte questionamento: quais as vantagens e desvantagens de cada sistema de vedação interna e qual a melhor opção de acordo com a necessidade de cada construtor.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo realizar o estudo comparativo entre o sistema de alvenaria convencional e o sistema *drywall* como elementos de vedação na construção civil.

### 2.2 Objetivo Específico

- Analisar através de artigos, livros e teses acadêmicas o sistema de vedação tradicional;
- Analisar através de artigos, livros e teses acadêmicas o sistema de vedação em *drywall*;
- Realizar a comparação entre o *drywall* e o sistema de vedação tradicional;
- Apresentar as vantagens e desvantagens de ambos os métodos;
- Determinar quando cada sistema se torna mais eficiente.

### 3 ELEMENTOS DE VEDAÇÃO

Segundo Sabbatini (1997) define-se vedação vertical como um “subsistema do edifício constituído por elementos que compartimentam e definem os ambientes internos, controlando a ação de agentes indesejáveis”.

Taniguti (1999) inclui ainda que há também vedações verticais externas, dispostas no invólucro do edifício, assim, por ocuparem diferentes posições e situações de exposição devem possuir, por consequência, características distintas.

#### 3.1 Alvenarias De Vedação

Segundo Viollet-Le-Duc (1945, *apud* BARBOSA, 2015, p. 3) dos materiais ainda utilizados na engenharia, a alvenaria é o mais antigo. Teria sua origem cerca de 15.000 anos atrás com nômades, que empilhavam pedras sem qualquer elemento ligante. Essas pequenas construções tinham o objetivo único de se proteger de criaturas predadoras ou intempéries. A partir do surgimento de novas necessidades, passou-se a utilizar o barro como elemento de união, garantindo uma vedação vertical com maior amplitude, resistência e estabilidade.

De acordo com Barbosa (2015), a partir da segunda década do século XX até meados da década de sessenta houve uma grande força do concreto no ramo da construção civil no Brasil, isso contribuiu para que a alvenaria não fosse mais utilizada com função estrutural e passasse a ser considerada apenas como elemento de vedação.

Segundo Cunha, Abitante e Lucio *et al.* (2017), o edifício convencional tem sua estrutura a partir de pórticos de concreto armado, com alvenarias de tijolos cerâmicos vazados, maciços ou de blocos de concreto, não havendo preocupações com características mecânicas.

##### 3.1.1 Tipos de alvenaria

Taniguti (1999) define que a maneira mais coerente classificar as alvenarias de vedação é uni-las a partir de critérios de semelhança e de características de natureza comum.

Sabatini *et al.* (1988, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 14), propõe que o fator de classificação é determinado em relação à capacidade mecânica, definindo “resistente” quando há função estrutural e de compartimentação (autoportante) para aquelas que estão sujeitas apenas à divisão de ambientes.

Já Elder e Vandenberg (1977, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 14 e 15), sugerem que a divisão ocorra a partir do critério de mobilidade, sendo elas: fixa, desmontável e móvel. Essas classificações estão diretamente ligadas ao “dano” sofrido pela estrutura quando há necessidade de transportá-la, sendo “fixa” quando é necessário o maior reparo e “móvel” quando não há qualquer avaria na estrutura submetida a esta mudança.

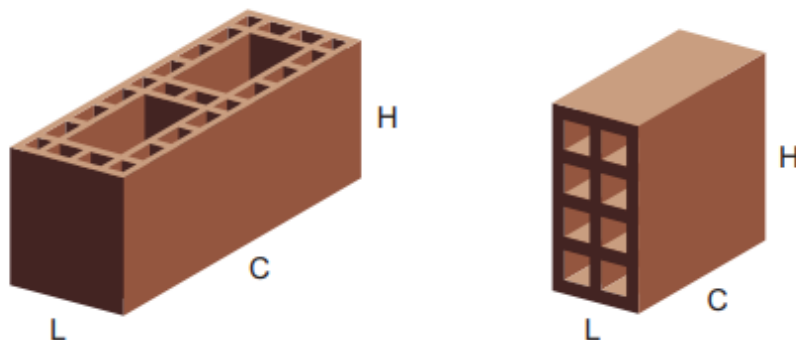
### 3.1.2 Blocos cerâmicos

De acordo com a ABNT NBR 15270-1 (2017), blocos cerâmicos são elementos de alvenaria que não faz parte da estrutura principal e possui aberturas ou orifícios prismáticos perpendiculares às suas superfícies.

Os blocos cerâmicos usados para vedação são utilizados na construção de paredes externas ou internas que não suportam cargas verticais, além do peso da própria alvenaria em que estão inseridos (ABNT NBR 15270-1, 2017).

As medidas padrão em centímetros dos blocos (Fig. 1) são especificadas em largura (L), altura (H) e comprimento (C), nesta ordem, e são apresentadas como uma única medida (L x H x C). A unidade de medida (centímetros) pode ser omitida (ABNT NBR 15270-1, 2017).

**Figura 1 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical e horizontal**



Fonte: Ercio, Filho e Creto *et al.*, 2009.

### 3.1.3 Fabricação de blocos cerâmicos

A indústria da cerâmica é uma das mais antigas do mundo, estima-se que no período neolítico (12000 a 400 a.C.) a necessidade de armazenamento e proteção de alimentos instigou o homem a criar um sistema de defesa para conservação a partir do barro seco, que logo se desenvolveu para cerâmicas cozidas (KAZMIERCZAK, 2017).

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (ANFACER, 2007, *apud* SILVA, 2009, p. 11) o Brasil está entre os principais produtores de cerâmica do mundo, com 637 milhões de m<sup>2</sup>, ficando atrás apenas de China e Espanha.

Kazmierczak (2017) afirma que nas últimas décadas houve desenvolvimento de tecnologia e utilização de novas matérias primas na fabricação dos blocos cerâmicos que implicaram diretamente no aperfeiçoamento do material, garantindo-lhe propriedades únicas (como resistência a temperaturas altíssimas e resistência mecânica considerável), permitindo seu uso até mesmo em setores nucleares, espaciais e de eletrônicos.

Além das evoluções tecnológicas em relação ao desempenho do material, deve ser também responsabilidade da indústria cerâmica a aplicação de recursos e investimentos, a fim de mitigar os danos causados ao meio ambiente em todas suas etapas de produção. Dentre esses danos estão:

- a extração de argila (principal matéria prima) pode gerar degradações do solo e alteração da paisagem, portanto, devem ser precedidas de gestão ambiental sustentável que minimizem seus impactos;
- produção de gases de efeito estufa resultantes do processo de queima;
- consumo de energia não renovável na produção, ao qual destaca-se principalmente o uso do carvão mineral;
- produtos químicos e resíduos decorrentes da própria produção, aos quais, não havendo disposição adequada podem gerar poluição à água e ao solo.

#### 3.1.3.1 Preparação da massa

Segundo Silva (2009) a argila utilizada na indústria cerâmica tem origem natural e pode ser encontrada em toda a crosta terrestre. Após a mineração, essa matéria

prima passa por uma “pré-transformação”, que consiste na sua redução granulométrica, mistura e homogeneização.

Kazmierczak (2017) afirma que nesta etapa os principais objetivos são: adequar a dimensão dos grãos de argila, aumentar sua reatividade (reação química de ligação existente em partículas menores que dois micrômetros) e reduzir o teor de impurezas.

Além disso, argila é exposta à intempérie para que haja quebra dos seus torrões, aumento da reatividade e lixiviação de sais solúveis, esse processo é realizado na grande maioria das indústrias de cerâmica e é conhecido como sazonalamento (KAZMIERCZAK, 2017).

Vale lembrar que em todo processo da produção de cerâmicos ocorre diversos ensaios para verificação de conformidades e validação das propriedades, esses ensaios vão desde granulométricos ou caracterização da argila quanto à submissão de esforços mecânicos na cerâmica pronta para uso.

### 3.1.3.2 Moldagem

Na fabricação de blocos e tijolos cerâmicos é utilizado o processo de extrusão para a sua moldagem. Nesta etapa, a massa possui de 20 a 30% de umidade e utiliza-se de um equipamento chamado maromba a vácuo, que retira o excesso de ar presente na mistura e libera através da boquilha uma peça única e contínua que posteriormente será cortada conforme dimensões a serem utilizadas, já prevendo sua diminuição de volume por conta da secagem e queima (KAZMIERCZAK, 2017).

### 3.1.3.3 Secagem

A fim de evitar a aparição de futuros defeitos e fissuras, é necessário a eliminação da água em excesso de maneira lenta e gradual. Realiza-se então a exposição ao calor e a ambientes ventilados, com controle de aquecimento, umidade do ar e ventilação (SILVA, 2009).

Para Kazmierczak (2017, p. 585) a velocidade na etapa secagem é diretamente “influenciada pela temperatura, pela umidade e direção de incidência do ar sobre o componente moldado, pela forma do componente e também pela granulometria [...] e composição mineralógica da argila”. Essa etapa pode ser feita por secadores

contínuos ou intermitentes, com temperaturas que variam entre 50°C e 150°C (SILVA, 2009).

Ainda Kazmierczak (2017) afirma que há duas maneiras preponderantes da secagem do material: natural ou artificial. Na condição natural o bloco é estocado em prateleiras (protegidas da chuva) e são expostos ao ar até que sua umidade seja inferior a 1%, esse processo dura entre 10 e 30 dias (Fig. 2). Já a artificial, intuitivamente, tem a função de reduzir a duração (aproximadamente 3 dias), o material é depositado em grandes estufas (Fig. 3).

**Figura 2 – Secagem de blocos cerâmicos de modo natural (ar livre)**



Fonte: Amando Alves Oliveira, SENAI-SP (s.d., *apud* SILVA, 2009, p. 24).

**Figura 3 – Secagem de blocos cerâmicos em estufa pelo processo artificial com uso de ventiladores**



Fonte: Amando Alves Oliveira, SENAI-SP (s.d., *apud* SILVA, 2009, p. 25).

### 3.1.3.4 Queima

Kazmierczak (2017, p. 585) afirma que o processo de queima gera “alterações físico-químicas irreversíveis” para cada aumento da temperatura dentro das estufas, sendo elas:

- Até 150 °C: evaporação da água livre;
- De 150 até 600 °C: perda da água absorvida e eliminação da matéria orgânica;
- De 800 a 1100 °C: vitrificação da argila.

No forno, fatores como: velocidade do acréscimo da temperatura, sua máxima, tempo de resfriamento, uniformidade de funcionamento do forno entre outros fatores, estão diretamente ligados com qual propriedade se deseja atingir no componente fabricado (KAZMIERCZAK, 2017).

Este controle, visa reduzir qualquer possibilidade de patologias no componente cerâmico devido a rápida variação de temperatura que provocam retração e conseqüentemente fissurações, reduzindo a funcionalidade das propriedades existentes na peça.

Segundo Associação Nacional de Indústria Cerâmica - ANICER, (2009a; *apud* SILVA, 2009, p. 26) fornos do tipo “túnel” (Fig. 4) é dado como um dos melhores entre os produtores de cerâmica, pois garantem baixo consumo energético e uniformidade no processo de queima. Entretanto, existem versões melhoradas que possuem capacidade para reduzir ainda mais a perda de calor.

**Figura 4 - Forno do tipo túnel**



Fonte: Amando Alves Oliveira, SENAI-SP (s.d., *apud* SILVA, 2009, p. 28).

Kazmierczak (2017) relata também que a variação de cores desse material que é exigida pelo mercado, também está ligada ao processo de queima (além da quantidade de ferro presente na argila). A medida em que há o acréscimo da temperatura, o componente passa por cores róseas, tons de marrom e pode chegar até ao preto.

#### 3.1.4 Execução

De acordo com Barbosa (2015), a execução segue as seguintes etapas:

Define-se previamente o tipo de assentamento, a seguir, se inicia o processo de limpeza do local para que não haja presença de qualquer intervenção na verificação de nivelamento do piso onde o elemento será erguido.

Posteriormente, para servir como guia, são assentados tijolos de cantos, esticando entre eles uma linha-guia com pregos presos na argamassa, e então se inicia a colocação da primeira fiada de tijolos perfeitamente alinhada (BARBOSA, 2015).

O nivelamento horizontal é feito com o nível de bolha apoiado em uma régua de pedreiro em todos os cantos, cruzamentos e extremidades. Assim são levantadas as primeiras prumadas que sirvam como guia e que estejam perfeitamente verticais. Os tijolos devem ser colocados de maneira que cada tijolo de cada fiada fique desencontrada, assentando-os até a altura desejada (BARBOSA, 2015).

Alguns detalhes são de grande importância no assentamento de alvenaria, dentre elas:

- Juntas de argamassa devem ser de 1,0 a 1,5 cm;
- Abertura de portas e janelas devem conter vergas, podendo ser de madeira (vão inferior à 3 metros) e concreto (pré-moldada ou moldada in loco);
- Em construções de concreto armado deve-se deixar um vão de aproximadamente 20 cm entre a parede e a viga, este espaço será posteriormente preenchido com tijolos maciços assentados de modo que se mantenham inclinados (encunhamento);
- No encontro de paredes deve-se realizar a “amarração”, evitando trincas;

- Em encontros verticais, no caso parede e pilar, pode ocorrer as chamadas juntas auto deformáveis, como precaução é indicada a utilização de telas na região da junta.

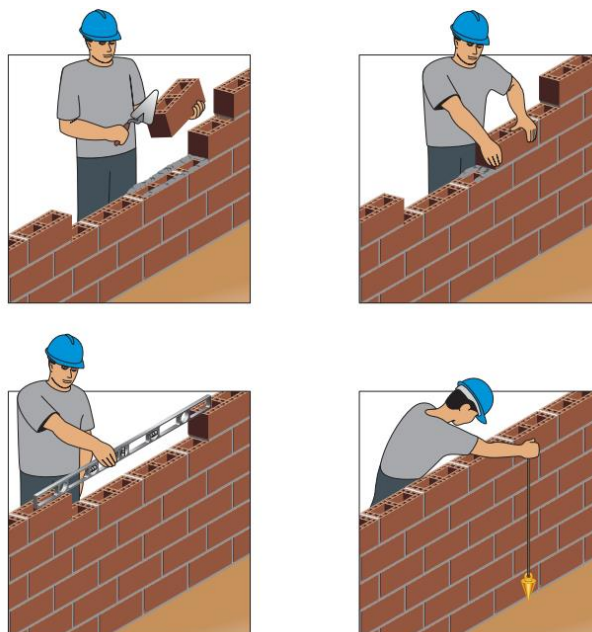
Segundo Pine (2001, *apud* BARBOSA, 2015, p. 9), para dar acabamento na alvenaria de blocos cerâmicos se utiliza o chapisco, emboço e reboco. O chapisco é a primeira camada e garante a aderência ao emboço, que por sua vez, é aplicado em uma camada mais espessa e serve como preparação da superfície de revestimento. Por fim, é aplicado o reboco, usualmente conhecido como “massa fina” e que garante uma superfície mais uniforme para recebimento da pintura.

Barbosa (2015) ainda afirma que “o emboço pode se constituir na única camada de revestimento, denominado emboço paulista”.

Ercio, Filho e Creto *et al.* (2009) recomenda que as paredes de um mesmo pavimento sejam executadas simultaneamente, para não haver sobrecarga desbalanceada na estrutura. Além disso, aconselha-se elevar a alvenaria até meia altura e finalizá-la no dia seguinte, quando a primeira metade já possui certa resistência.

Segundo Ercio, Filho e Creto *et al.* (2009), as verificações quanto ao ajuste de níveis, prumo e espessura da junta só podem ser realizadas até início da pega da argamassa, portanto, logo após assentamento (Fig. 5).

**Figura 5 – Assentamento dos blocos e verificação de nível da fiada e prumo**



Fonte: Ercio, Filho e Creto *et al.*, 2009.

### 3.2 Sistema *Drywall*

O *drywall*, expressão originada da língua inglesa que significa “muro seco” ou “parede seca”, é uma técnica de revestimento que substitui paredes construídas de alvenaria em bloco cerâmico de vedação. A tecnologia do material consiste em placas pré-moldadas, feitas por chapas compostas de camadas de enredados de aço galvanizado e de gesso (BARBOSA, 2015).

Segundo Santos (2018), o *drywall* teve origem em 1888 no Reino Unido, porém foi desenvolvido em 1891, e apenas em 1894 foi patenteada nos Estados Unidos por um homem chamado Augustine Sackett, da Companhia de Carvões e Asfaltos dos Estados Unidos, New York Coar Tar Química.

Desde então, ocorreram vários processos de aperfeiçoamento, e aproximadamente na década de 1950, concebeu-se a ideia de cobrir essas placas com papel, sendo o início do desenvolvimento das modernas placas de gesso acartonado (TAGLIABOA, 2010).

A implantação da primeira fábrica no Brasil para produção de chapas de gesso acartonado, atualmente conhecidas como chapas de gesso para sistemas *drywall* ocorreu na década de 1970 (MITIDIERI, 2018).

Entretanto, não foram encontrados exemplares ou registros que evidenciem seu uso nesta época, possivelmente pelo motivo de que a produção em massa apenas chegaria ao país alguns anos mais tarde.

Com o passar do tempo, o uso do gesso em seu estado puro foi se tornando algo ultrapassado e o *drywall* passou a ser preferência. No Brasil, a sua utilização foi favorecida a partir da década de 1990 quando grandes fabricantes mundiais como a BPB Placo, Knauf e Lafarge Gypsum se instalaram no país (SANTOS, 2018).

No entanto, mesmo com décadas de desenvolvimento de tecnologia, redução de custos e aumento da demanda, alguns autores evidenciam que ainda há uma grande falta de profissionais habilitados em todos níveis de utilização e recorrente dificuldades em vencer a cultura dos usuários em relação a esse tipo de vedação interna.

### 3.2.1 Placas de gesso acartonado (*drywall*)

Há diferentes tipos de sistemas de parede seca, porém o que ficou conhecido no Brasil por *drywall* é o composto por chapas de gesso acartonado, que são pré-fabricadas a partir da gipsita natural, fixadas em estrutura metálica leve em perfis de aço galvanizado, distanciados em um plano vertical conforme medida do painel (BARBOSA, 2015).

As chapas de gesso são chapas fabricadas de forma industrial mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, onde uma é virada sobre as bordas longitudinais e colada sobre a outra (ABNT NBR 14715-1, 2021).

O fato de as chapas de gesso acartonado serem cobertas com cartão, proporcionam uma superfície lisa e uma regularidade geométrica que facilitam a atividade de acabamento e dispensam a camada de regularização (TANIGUTI, 1999).

Para Rodrigues (2013, *apud* GUIMARÃES *et al.*, 2021, p. 4) o *drywall* é:

Uma placa produzida a partir do papel cartão. Possui resistência à compressão e à maleabilidade, oferecendo, também, praticidade, rapidez e versatilidade na elaboração e execução dos projetos, assim como proporciona poucos resíduos.

A ABNT NBR 14.715-1 (2021) provê características geométricas, físicas e mecânicas da placa de gesso, como demonstrada nas tabelas 1 e 2:

**Tabela 1 - Tolerâncias das características geométricas das chapas de gesso para *drywall***

Características geométricas		Tolerâncias	Dimensões	
Espessura	9,5 mm	± 0,5 mm	—	
	12,5 mm		—	
	15,0 mm		—	
Largura		+ 0 / - 4 mm	Máximo de 1 200 mm	
Comprimento		+ 0 / - 5 mm	Máximo de 3 600 mm	
Esquadro		≤ 3 mm	—	
Rebaixo <sup>a</sup>	Largura	Mínimo	—	
		Máximo	—	
	Profundidade	Mínimo	—	0,6 mm
		Máximo	—	2,5 mm

<sup>a</sup> A borda rebaixada deve estar situada na face da frente da chapa.

Fonte: ABNT NBR 14.715-1, 2021.

**Tabela 2– Limites para as características físicas e mecânicas das chapas de gesso para *drywall***

Características físicas e mecânicas		Dimensões			Métodos de ensaio
		Espessura da chapa mm			
		9,5	12,5	15,0	
Densidade superficial de massa kg/m <sup>2</sup>	Limite mínimo	6,5	8,0	10,0	ABNT NBR 14715-2:2021, Anexo B
	Limite máximo	8,5	12,0	14,0	
	Varição máxima em relação à média das amostras de um lote	± 0,5			
Resistência mínima média à ruptura na flexão N (nenhum valor individual pode ser inferior a 10 % dos valores mínimos especificados)	Longitudinal <sup>a</sup>	400	550	650	ABNT NBR 14715-2:2021, Anexo C
	Transversal <sup>b</sup>	160	210	250	
Dureza superficial determinada pelo diâmetro máximo da moesa mm		20			ABNT NBR 14715-2:2021, Anexo E
Absorção máxima de água para chapa resistente à umidade (RU) %		5			ABNT NBR 14715-2:2021, Anexo D

<sup>a</sup> Amostra com a face da frente virada para baixo. Carga aplicada na face do verso.  
<sup>b</sup> Amostra com a face da frente virada para cima. Carga aplicada na face da frente.

Fonte: ABNT NBR 14.715-1, 2021.

De acordo com a norma ABNT NBR 14715-1 (2021), as chapas possuem três variações de cores (Fig. 6) e especificações distintas para diferentes áreas de aplicação: a chapa cinza (ST) é indicada para áreas secas, a chapa verde (RU) é resistente à umidade e a chapa rosa (RF) é resistente ao fogo, como mostrada na tabela 3.

**Figura 6 – Tipos de placa em gesso acartonado**



Fonte: Placo Saint-Gobain, 2013. p. 8.

Tabela 3 – Tipos de chapa

Tipo de chapa	Código	Aplicação
Standard	ST	Paredes, revestimentos e forros em áreas secas <sup>a</sup>
Resistente à umidade	RU	Paredes, revestimentos e forros em áreas sujeitas intermitentemente à umidade
Resistente ao fogo	RF	Paredes, revestimentos e forros em áreas secas, com chapas de características especiais de resistência ao fogo

<sup>a</sup> Em caso de forros, a chapa *standard* pode ser utilizada em áreas úmidas, desde que isso seja previsto em projeto.

Fonte: ABNT NBR 14.715-1, 2021.

É importante evidenciar que independentemente do tipo de chapa, sua utilização deve ocorrer impreterivelmente em ambientes internos e fora da ação de intempéries. As chapas, mesmo que sejam do tipo RU, são fabricadas para uso em áreas molháveis internas, portanto, utiliza-la em meio externo, ainda que impermeabilizada, apresentará patologias. Para o ambiente externo indica-se o uso de chapas cimentícias, por exemplo.

A escolha de materiais de qualidade, mão-de-obra qualificada e atendimento às normas técnicas são fatores indispensáveis em qualquer etapa de execução do sistema, além de que, é evidente que deve haver maior exigência de construtoras para atenção quanto aos detalhes ainda em fases de projeto, alcançando melhores resultados.

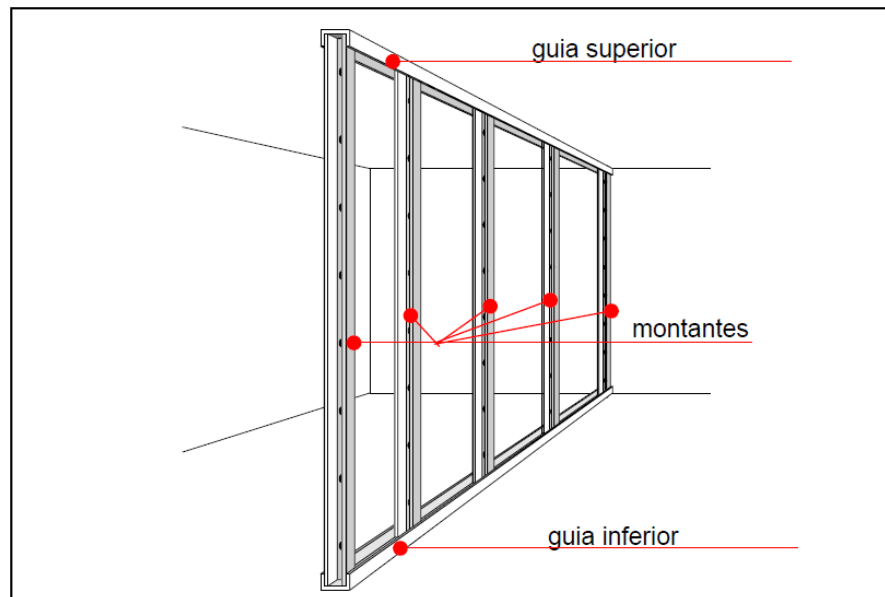
### 3.2.2 Estrutura Metálica

Os perfis metálicos são produzidos em uma linha de conformação contínua a frio, utilizando-se rolos que trabalham em sequência, a partir de chapas de aço revestidas com zinco pelo processo de zincagem por imersão a quente. Esse processo é realizado de forma industrial (ABNT NBR 15217, 2018).

A norma também prevê alguns aspectos para as chapas de aço galvanizado na fabricação dos perfis metálicos, como a espessura mínima da chapa de 0,50 mm, e o revestimento mínimo sendo Classe Z 275, massa de 275 g/m<sup>2</sup> dupla face (ABNT NBR 15217, 2018).

Resumidamente, em termos estruturais, a sustentação é composta por guias e pelos montantes (Fig. 7). A guia é responsável por direcionar a divisória e é fixada tanto no teto quanto no piso. É possível diferenciar entre a guia superior e a guia inferior (TANIGUTI, 1999).

**Figura 7 - Guias e montantes da divisória de gesso acartonado**



Fonte: TANIGUTI, 1999. p. 24.

### 3.2.3 Elementos de fixação

Essas peças são empregadas para prender os elementos dos sistemas *drywall* uns aos outros, bem como para fixar os perfis de metal nos elementos construtivos, como lajes, vigas e pilares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2006).

Para fixar os perfis de metal em elementos estruturais, é necessário que as buchas plásticas e os parafusos tenham um diâmetro mínimo de 6 mm, enquanto os rebites metálicos devem ter um diâmetro mínimo de 4 mm. Além disso, a fixação deve ser realizada por meio de tiros com pistolas específicas para essa finalidade. Para fixar as guias, é necessário utilizar adesivos especiais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2006).

### 3.2.4 Acabamento de juntas e colagem

As massas para juntas são produtos desenvolvidos especialmente para tratar as juntas entre as placas de gesso, os encontros entre as placas e o tratamento das cabeças dos parafusos. Essas massas devem ser usadas em conjunto com fitas apropriadas (ABNT NBR 15758-1, 2009).

As massas para colagem são produtos desenvolvidos especialmente para fixar as placas de gesso diretamente nos suportes verticais, como alvenarias ou estruturas de concreto, e para pequenos reparos nas placas (ABNT NBR 15758-1, 2009).

É de extrema importância conhecer a composição e as características das massas disponíveis para tratamento de juntas, a fim de escolher o tipo mais adequado para atender às condições a que a parede divisória será submetida (TANIGUTI, 1999).

Usar massas e fitas de rejunte durante a execução garante um acabamento sem rachaduras. As fitas são componentes usados para melhorar o desempenho e finalizar a instalação dos sistemas *drywall* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2006).

Segundo a ABNT NBR 15758-1 (2009), as fitas são classificadas e usadas da seguinte forma:

- Fita de papel microperfurado: usada no tratamento de juntas entre as placas de gesso, no tratamento dos encontros entre as placas e o suporte (alvenarias ou estruturas de concreto);
- Fita de papel com reforço metálico: usada para reforçar ângulos salientes;
- Fita de isolamento (banda acústica): usada para isolar os perfis nos perímetros das paredes, forros e revestimentos.

### 3.2.5 Acessórios

Os acessórios são essenciais na montagem de sistemas de *drywall*, pois são comumente empregadas para prover suporte mecânico aos mesmos. No caso de acessórios fabricados com outros materiais, é necessário que apresentem uma proteção contra corrosão, pelo menos equivalente aos de aço zincado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2006).

**Figura 8 – Tipos de acessórios**



Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2006. p. 16.

### 3.2.6 Lã mineral

Esses materiais são compostos por lã de vidro ou lã de rocha, e são instalados entre as chapas de gesso nas paredes, entre as chapas de gesso e o suporte nos revestimentos, ou sobre as chapas de gesso nos forros. Eles são utilizados para melhorar o isolamento termoacústico do ambiente. As lãs minerais podem ser encontradas em forma de feltros (Tabela 4) ou painéis (Tabela 5), revestidos ou não (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*, 2006).

**Tabela 4 - Feltros de lã de vidro**

Feltros			
	Largura mm	Comprimento m	Espessura mm
Lã de vidro	1200	10 a 15	50 - 75 - 100

Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2006. p. 17.

Tabela 5 – Painéis de lã mineral

Painéis			
	Largura mm	Comprimento mm	Espessura mm
Lã de rocha	600	1350	25 - 40 - 50 - 75 - 100
Lã de vidro	600	1200	50 - 75 - 100

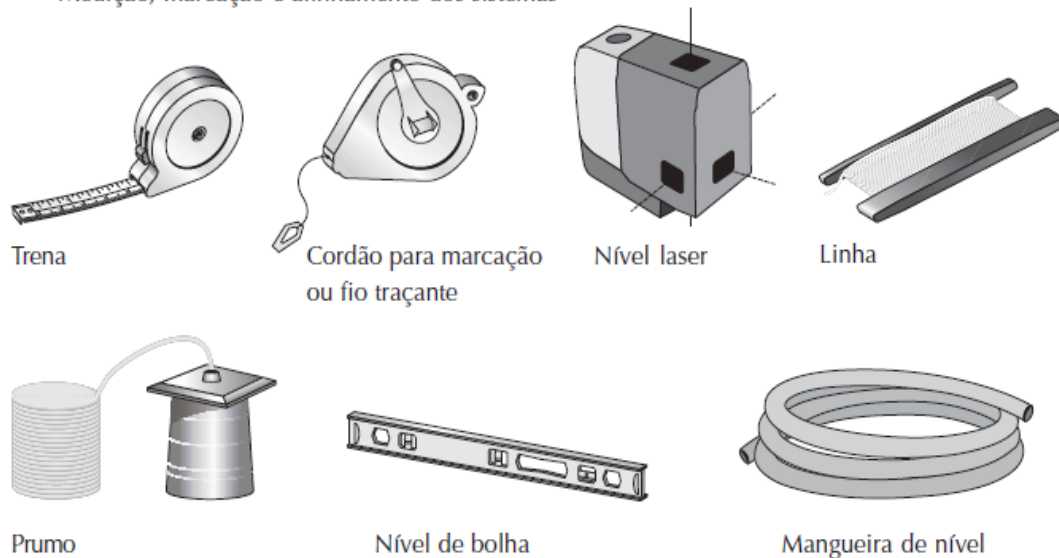
Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2006. p. 17.

### 3.2.7 Relação de equipamentos

Segundo a ABNT NBR 15758-1 (2009), para a montagem de sistemas em chapas de gesso acartonado, é imprescindível o uso de ferramentas adequadas (Fig. 9, 10, 11 e 12).

**Figura 9 – Ferramentas para medição, marcação e alinhamento dos sistemas**

■ **Medição, marcação e alinhamento dos sistemas**



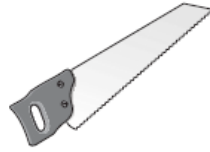
Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2006. p. 18.

**Figura 10 - Ferramentas para corte e aparafusamento das chapas, perfis e fixações**

■ Corte das chapas



Faca retrátil ou estilete



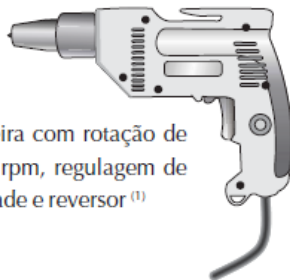
Serrote comum



Serrote de ponta

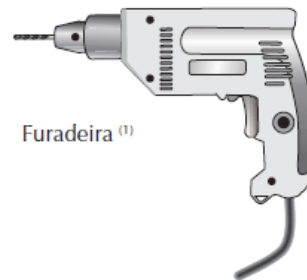
■ Parafusamento das chapas nos perfis e dos perfis entre si

Parafusadeira com rotação de 0 a 4.000 rpm, regulagem de profundidade e reversor <sup>(1)</sup>



■ Preparo de massa, fixações

Furadeira <sup>(1)</sup>



<sup>(1)</sup> Não utilizar furadeira para o aparafusamento das chapas nos perfis e dos perfis entre si.

Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2006. p. 18.

**Figura 11 - Ferramentas para aberturas e acabamento do sistema**

■ Para desbaste das bordas das chapas



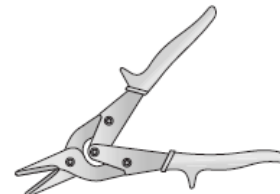
Plaina

■ Para aberturas circulares nas chapas



Serra copo

■ Corte dos perfis metálicos



Tesoura

■ Fixação dos perfis entre si



Alicate puncionador

■ Posicionamento e ajuste das chapas



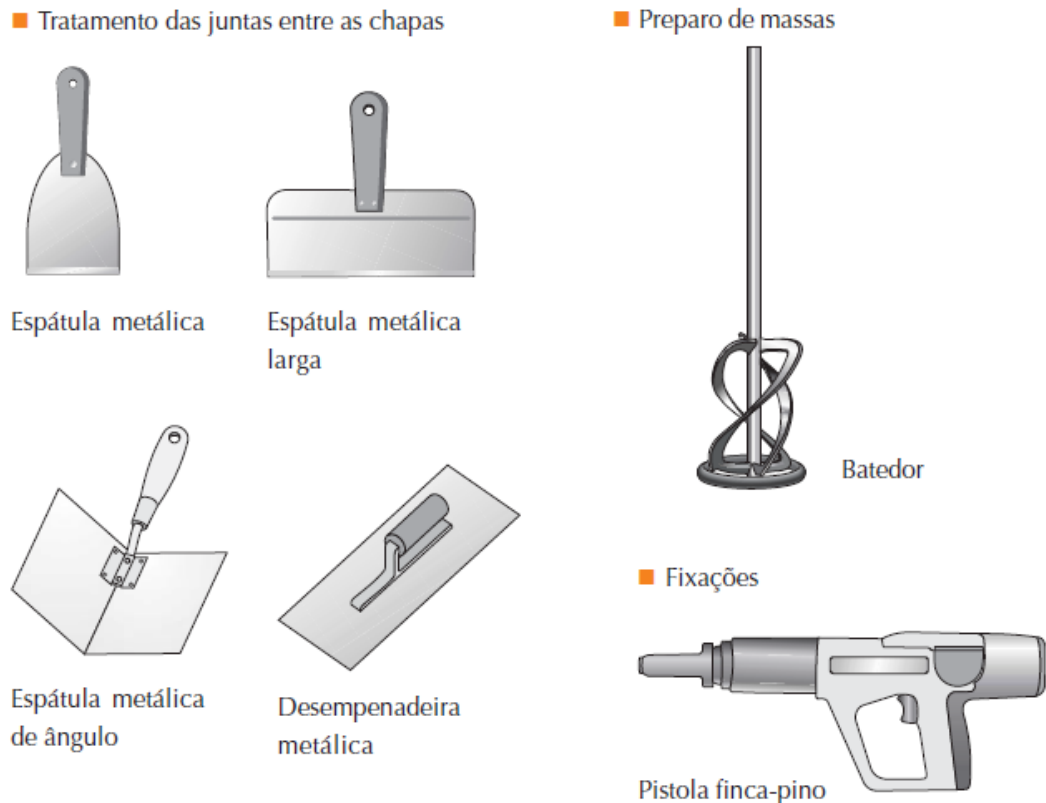
Levantador de chapa de pé



Levantador de chapa manual

Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2006. p. 19.

**Figura 12 - Ferramentas para fixação e acabamento do sistema**



Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2006. p. 19.

### 3.2.8 Estocagem, manuseio e transporte

É fundamental que todos os elementos dos sistemas sejam armazenados em um local protegido e seco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*, 2006).

#### 3.2.8.1 Chapas de gesso

De acordo com a Placo Saint-Gobain (2013), são necessários os seguintes cuidados:

- Antes do descarregamento, é importante verificar a integridade das placas;
- As placas devem ser armazenadas em um piso plano, sobre suportes com altura mínima de 75 mm e espaçados a cada 400 mm, de modo a evitar danos às extremidades;
- Os apoios devem ter comprimento igual à largura das placas;

- Ao empilhar vários paletes, é importante manter o alinhamento dos apoios. Não é recomendado empilhar placas de tamanhos diferentes ou fora de alinhamento;
- Sempre que possível, é recomendado deixar as placas próximas ao local de aplicação;
- Em áreas suscetíveis à umidade, as placas devem ser protegidas com lona plástica, preferencialmente transparente para facilitar a identificação e o monitoramento do produto;
- Não é permitido utilizar a pilha de placas como base ou plataforma para qualquer atividade;
- No caso de transporte manual, as placas devem ser transportadas na posição vertical, pode-se fazer o uso de um levantador de placas;
- Quando as placas estiverem amarradas, ou seja, presas duas a duas, é recomendado que duas pessoas as transportem.

#### 3.2.8.2 Perfis Metálicos

Conforme a Placo Saint-Gobain (2013), é importante tomar as seguintes precauções:

- Os perfis devem ser mantidos alinhados e amarrados;
- Evite balanços que possam resultar em amassamentos ou torções nos perfis;
- Os perfis menores devem ser apoiados sobre os perfis maiores.

#### 3.2.8.3 Massas em pó

De acordo com a Placo Saint-Gobain (2013), algumas precauções importantes a serem tomadas são:

- Ao receber o produto, é importante verificar sua integridade e prazo de validade;
- Para armazenamento, é recomendado manter os sacos em local elevado, como em estrados, e dispostos em pilhas com no máximo 20 sacos, intercalados para garantir a estabilidade;

#### 3.2.8.4 Massas prontas

Conforme recomendações da Placo Saint-Gobain (2013), é fundamental que sejam observadas as seguintes precauções:

- Evitar danos à embalagem e exposição a intempéries, além de não exceder o limite de empilhamento indicado na embalagem. Também é importante verificar o prazo de validade do produto antes de utilizá-lo.

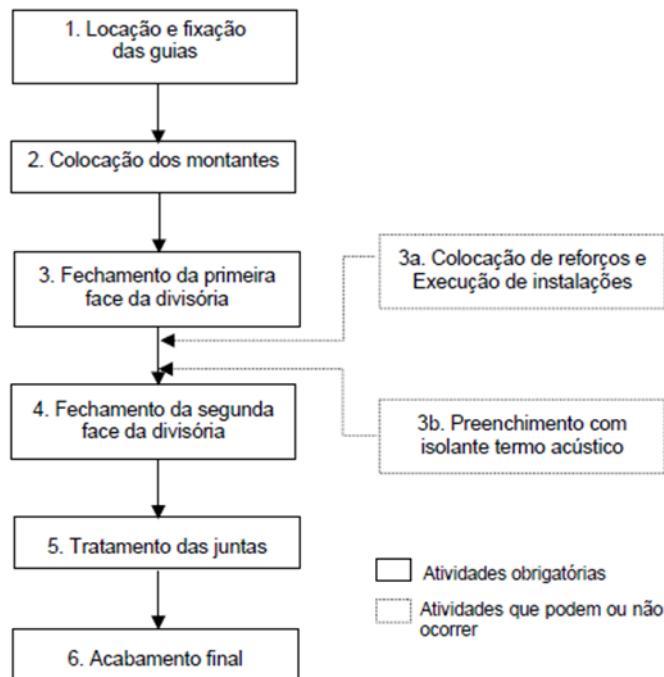
#### 3.2.9 Execução

De acordo com Taniguti (1999), independente da largura, da espessura ou do tipo de chapa de gesso a ser utilizada, pode-se dividir a montagem da divisória em seis etapas básicas, a saber:

- I. Locação e fixação das guias;
- II. Colocação dos montantes;
- III. Fechamento da primeira face da divisória;
- IV. Fechamento da segunda face da divisória;
- V. Tratamento das juntas;
- VI. Acabamento final.

Pode ocorrer a colocação de reforços, execução de instalações e o preenchimento com isolantes térmicos e acústicos, dependendo das características da divisória e dos projetos de instalações (TANIGUTI, 1999).

**Figura 13 – Fluxograma das etapas de execução da divisória de gesso acartonado**



Fonte: TANIGUTI, 1999. p. 153.

### 3.2.9.1 Locação e fixação das guias

Para realização da locação das guias, é imprescindível que haja um projeto específico, que irá ilustrar as guias e distâncias com uma referência de locação, podendo ser de preferência um eixo adotado na obra, ou na ausência deste, paredes de fachada, a caixa de escada ou os elementos estruturais do edifício (TANIGUTI, 1999).

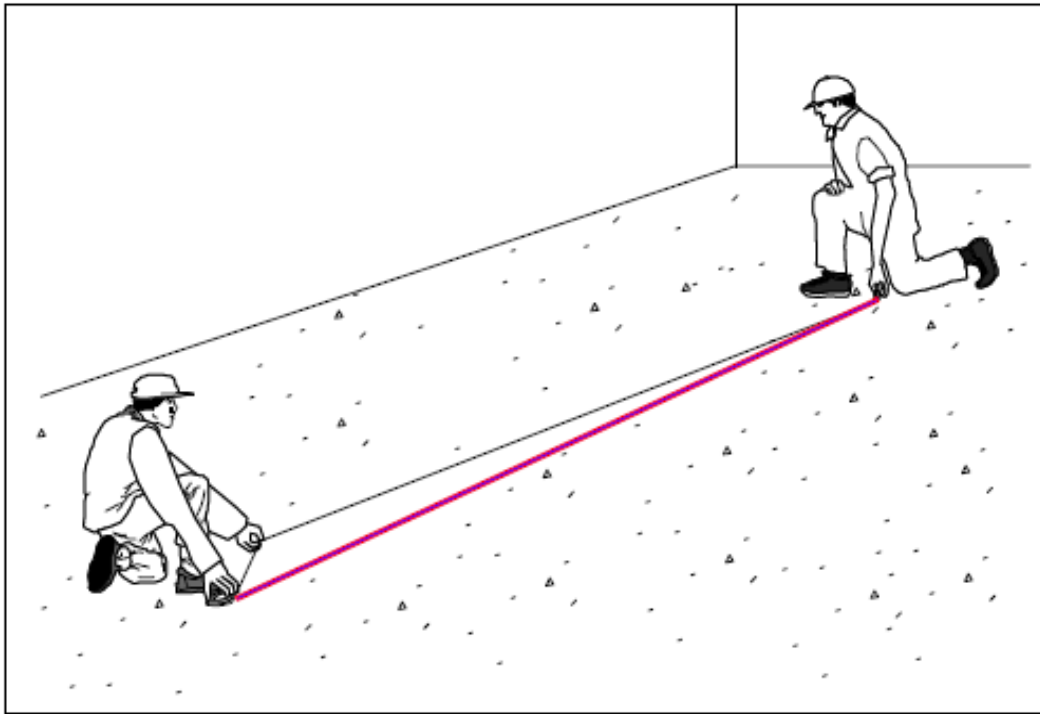
É importante posicionar as saídas das tubulações elétricas nas lajes de forma adequada, levando em consideração a realização prévia das prumadas das instalações hidráulicas e sanitárias. Isso é recomendado para evitar que a execução desses serviços posteriormente possa prejudicar a montagem da divisória (TANIGUTI, 1999).

A locação do eixo e das faces das guias é feita com base na transferência dos eixos da obra. Nessa fase, são utilizados perfis metálicos chamados guias, que têm como objetivo direcionar a divisória de forma adequada (HOLANDA, 2003).

Visando maior praticidade inicia-se a locação das guias inferiores demarcando a face de uma das guias no piso, para isso é comum a utilização de um cordão para

marcação (Fig. 14), nessa etapa também se marca vãos de portas e esquadrias. Logo após o processo é repetido no teto, pode se utilizar nível a laser ou o fio de prumo (TANIGUTI, 1999).

**Figura 14 – Locação das guias**



Fonte: TANIGUTI, 1999. p. 155.

Na execução da demarcação no piso para indicar a posição das guias, deve-se destacar especialmente a localização dos vãos das portas (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

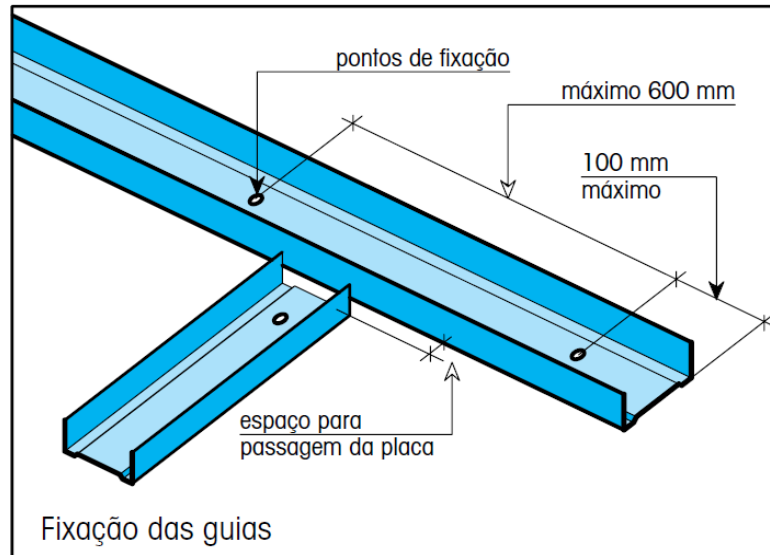
De acordo com BSI (1995, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 156) antes de se realizar a fixação da guia, é recomendável aderir a fita para isolamento acústico na face da guia que ficará em contato com o piso ou com o teto.

Assegurar a fixação das guias inferior e superior, com espaçamento máximo de 600 mm, e manter uma distância máxima de 100 mm no final da peça. Os elementos de fixação podem ser pinos de aço, buchas, entre outros (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

Nos encontros em formato de "L" ou "T", deve-se garantir que haja espaço suficiente para a passagem das placas (Fig. 15). Evitar a sobreposição das guias,

sempre permitindo que o encontro seja feito de forma alinhada na parte superior das peças (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

**Figura 15 - Instalação das guias**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 17.

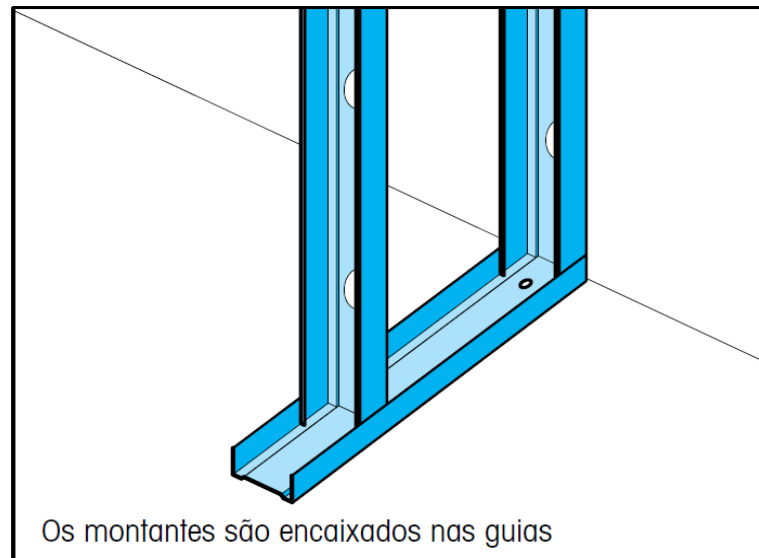
### 3.2.9.2 Colocação dos montantes

Depois de realizar a fixação das guias, executa-se a estruturação das paredes com a colocação dos montantes, que devem possuir o comprimento entre 8 e 10 mm a menos que o pé direito, a fim de acomodar possíveis movimentações, os perfis de absorção devem ser inseridos nas guias e fixados com o uso de um alicate de punção. Esses perfis são projetados para garantir a flexibilidade necessária à estrutura da divisória e são encaixados nas guias antes de serem fixados para assegurar a correta montagem da divisória (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

A montagem se inicia com a execução dos montantes perimetrais, estes devem estar com fita para isolamento acústico, devem ser fixadas às guias superior e inferior, e serão parafusados sobre a superfície de apoio, podendo ser pilar ou alvenaria, por exemplo (TANIGUTI, 1999).

Posteriormente, se encaixam os demais montantes verticalmente no interior das guias (Fig. 16), respeitando os espaçamentos que podem ser de no máximo 600 mm, conforme indicado em projeto (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

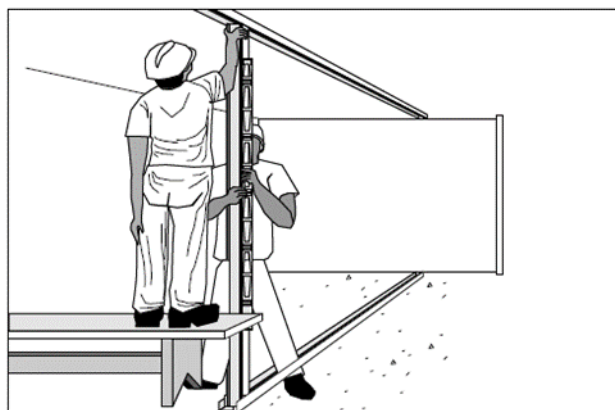
**Figura 16 – Encaixe dos montantes nas guias**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 17.

É recomendado o uso de régua com nível de bolha acoplado durante o encaixe dos montantes nas guias (Fig. 17), a fim de que fiquem no prumo e posicionadas corretamente (TANIGUTI, 1999).

**Figura 17 – Emprego do nível de bolha para a colocação dos montantes no prumo**

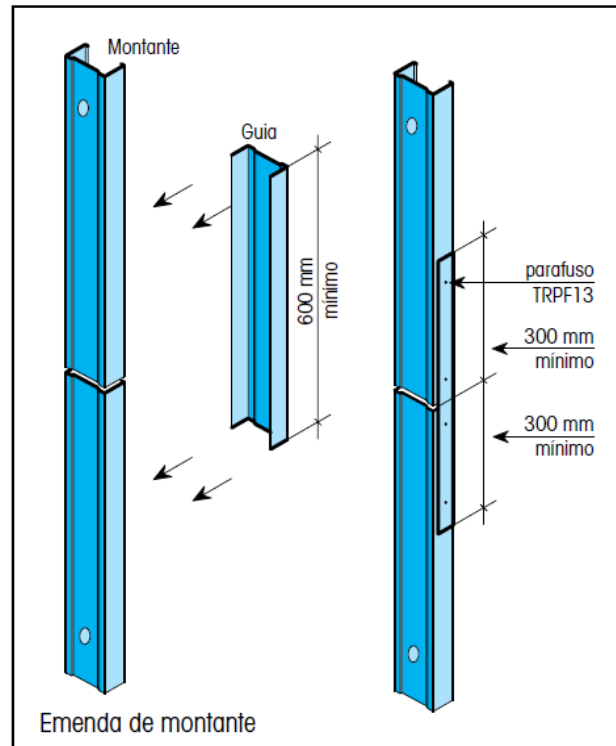


Fonte: TANIGUTI, 1999. p. 158.

Em caso de emenda de montantes, é possível utilizar peças auxiliares, como guias, que são fixadas aos montantes. O transpasse mínimo recomendado deve ser de 300 mm para cada lado da emenda, e a fixação deve ser feita com 4 parafusos TRPF13 de cada lado (Fig. 18). Essas peças auxiliares ajudam a garantir a

estabilidade e resistência da emenda dos montantes na montagem da divisória (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

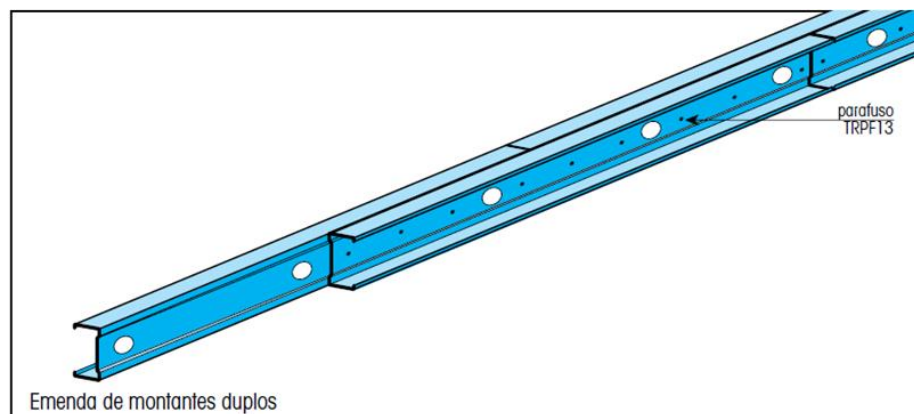
**Figura 18 – Esquema de emendas em montantes**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 17.

Os montantes duplos, que são posicionados um contra o outro (Fig. 19), devem ser firmemente conectados utilizando parafusos TRPF13, com espaçamento máximo de 500 mm entre eles (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

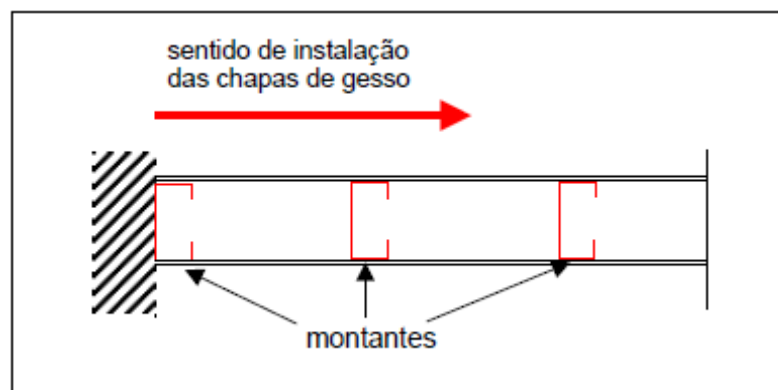
**Figura 19 – Esquema de emendas em montantes duplos**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 17.

De acordo com Taniguti (1999), é importante considerar que a região mais próxima à face aberta do montante tende a ter uma maior deformabilidade. Por isso, é recomendado fixar a chapa de gesso na face mais rígida do montante primeiro, de forma a reduzir a deformação do montante e facilitar a fixação subsequente da chapa de gesso de forma contínua. Isso contribui para garantir uma montagem adequada da divisória e a obtenção de um resultado final mais estável e uniforme (Fig.20).

**Figura 20 – Direção dos montantes e sentido de colocação das chapas de gesso**



Fonte: CSTB (1981, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 161).

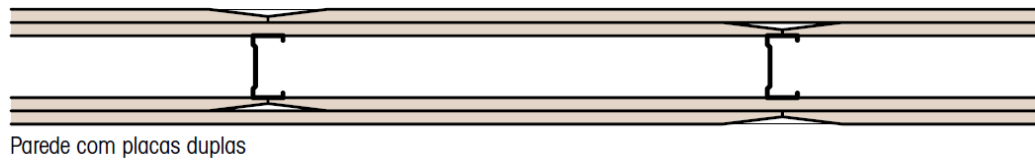
### 3.2.9.3 Fechamento da primeira face da divisória

Essa etapa consiste no fechamento de uma das faces da parede de vedação, através das chapas de gesso acartonado que podem ser fixadas com o seu comprimento na posição vertical ou horizontal (TANIGUTI, 1999).

Levando em consideração que os pontos de junção das chapas são as regiões de maior fragilidade, a posição das chapas deve ser estabelecida visando diminuir o número de juntas. Quando se utilizar mais de uma camada de chapa de gesso em uma mesma face da parede de vedação, as junções das chapas entre uma e outra camada devem estar desencontradas (Fig. 21) (TANIGUTI, 1999).

Independentemente da posição das chapas, estas sempre devem ser fixadas sobre o montante, utilizando parafusos adequados (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

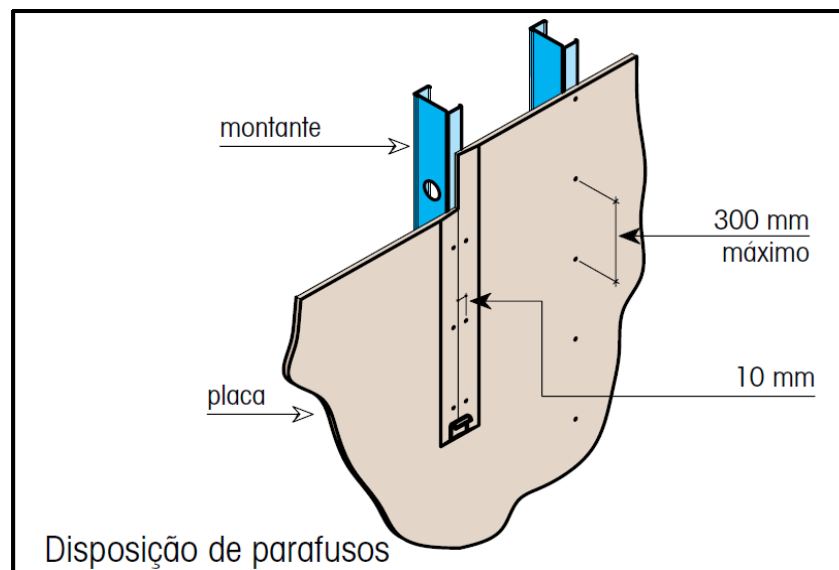
**Figura 21 – Desencontro das junções na sobreposição de duas chapas de gesso**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 18.

As placas de gesso devem ser fixadas aos montantes e às guias superior e inferior utilizando parafusos, com espaçamento máximo de 300 mm entre os parafusos. Os parafusos devem ser posicionados no mínimo a 10 mm da borda da placa, de forma a garantir a fixação adequada e evitar rachaduras ou danos nas bordas das placas (Fig. 22) (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

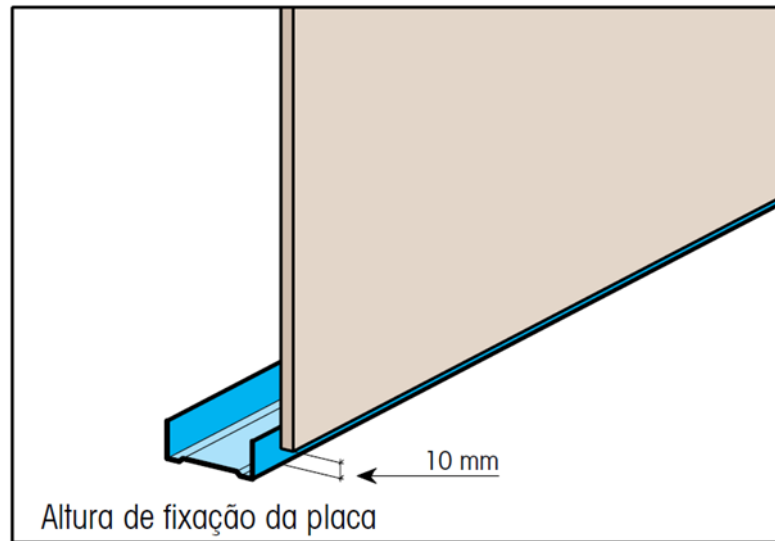
**Figura 22 – Disposição dos parafusos para fixação das chapas de gesso nos montantes e guias**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 18.

Deve-se cortar as placas na altura do teto menos 10 mm, realizando as aberturas que serão necessárias para as instalações, posteriormente as placas são encostadas no teto e o espaçamento de 10 mm deve ser deixada na parte inferior (Fig. 23) (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

**Figura 23 – Detalhe do encontro da chapa de gesso com o piso**



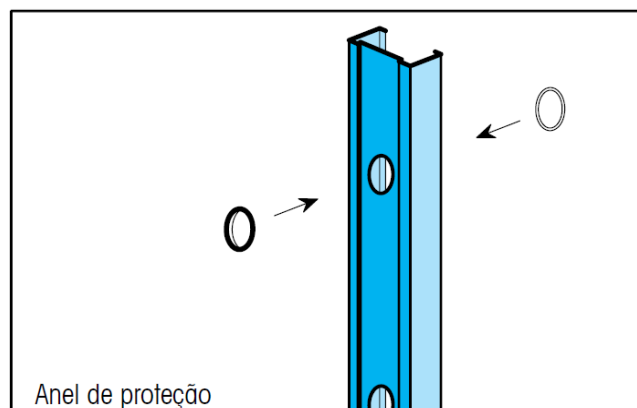
Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 18.

### 3.2.9.3.1 Execução das instalações e reforços

Devido à parte interna da divisória ser oca, há uma maior facilidade para a execução dos serviços de instalação hidráulica e elétrica, quando comparada à alvenaria (HOLANDA, 2003).

Os montantes das divisórias de gesso acartonado possuem aberturas para passagem de canalizações e conduítes. No entanto, a fim de evitar fenômenos de vibração e corrosão dos montantes devido ao contato com as tubulações de cobre e bronze, é recomendado aplicar forrações nas tubulações ou anéis (Fig. 24) nas aberturas dos montantes (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

**Figura 24 – Anel de proteção para instalações**

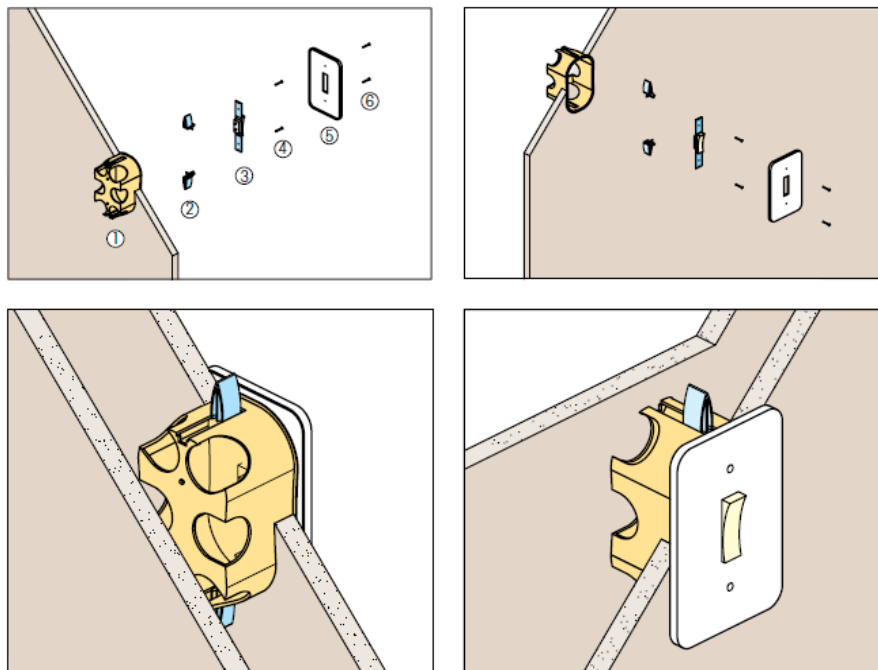


Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 18.

### 3.2.9.3.2 Instalações elétricas

Para as instalações elétricas em divisórias de gesso acartonado, são utilizadas caixas de luz convencionais ou específicas para esse tipo de divisória (Fig. 25 e 26), ou podem ser instaladas diretamente na estrutura (Fig. 27). A caixa de luz específica é feita de plástico e é fixada por meio de presilhas plásticas colocadas diretamente na caixa (HOLANDA, 2003).

**Figura 25 – Instalação com caixas próprias para *drywall***

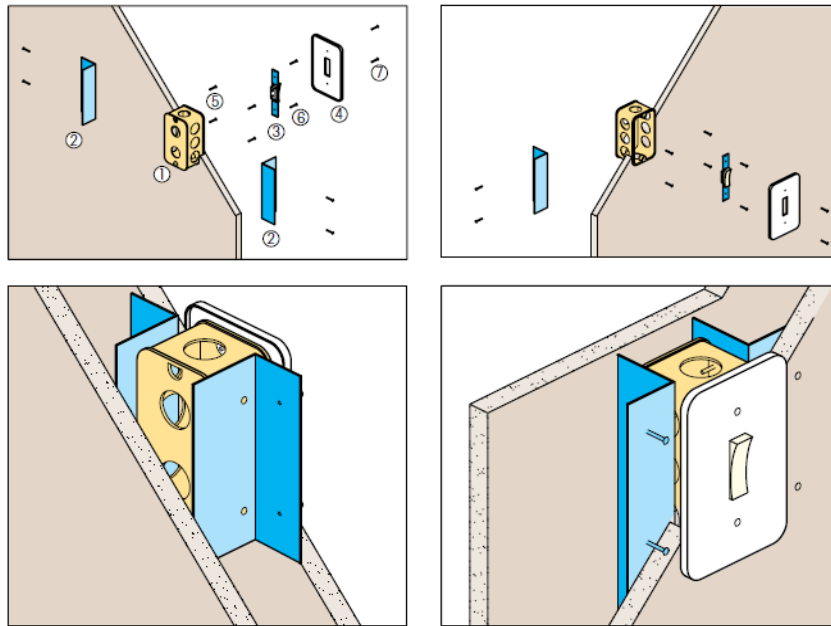


1. Caixa elétrica para drywall
2. Presilha
3. Interruptor ou tomada

4. Parafusos dos interruptores ou tomadas
5. Espelho
6. Parafusos do espelho

Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 45.

**Figura 26 – Instalação com caixa convencional e fixação na placa**

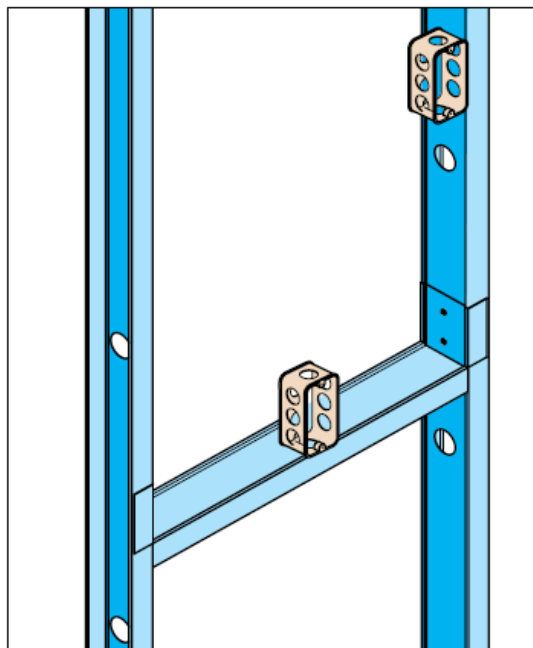


1. Caixa elétrica convencional
2. Cantoneira CR2
3. Interruptor ou tomada
4. Espelho

5. Parafusos Placo TTPC25
6. Parafusos dos interruptores ou tomadas
7. Parafusos do espelho

Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 45.

**Figura 27 – Instalação com caixa convencional e fixação na estrutura**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 46.

### 3.2.9.3.3 Instalações hidráulicas

Na execução dos sub-ramais das instalações hidráulicas em divisórias, pode-se utilizar tubulações rígidas ou flexíveis. É importante escolher um diâmetro compatível com a espessura da divisória (HOLANDA, 2003).

É importante que as tubulações hidráulicas sejam fixadas adequadamente aos montantes, guias ou reforços de madeira ou metálicos da estrutura da divisória para evitar vibrações e danos à tubulação. A fixação deve ser feita com o uso de braçadeiras ou reforços específicos para este fim (Fig. 28). As braçadeiras devem ser instaladas em intervalos regulares, de acordo com as recomendações do fabricante, para garantir a estabilidade e segurança das tubulações. É importante ressaltar que as braçadeiras devem ser compatíveis com o diâmetro da tubulação e devem ser instaladas de forma que não causem esmagamento ou deformação na tubulação (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

**Figura 28 – Estrutura *drywall* com instalações**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 46.

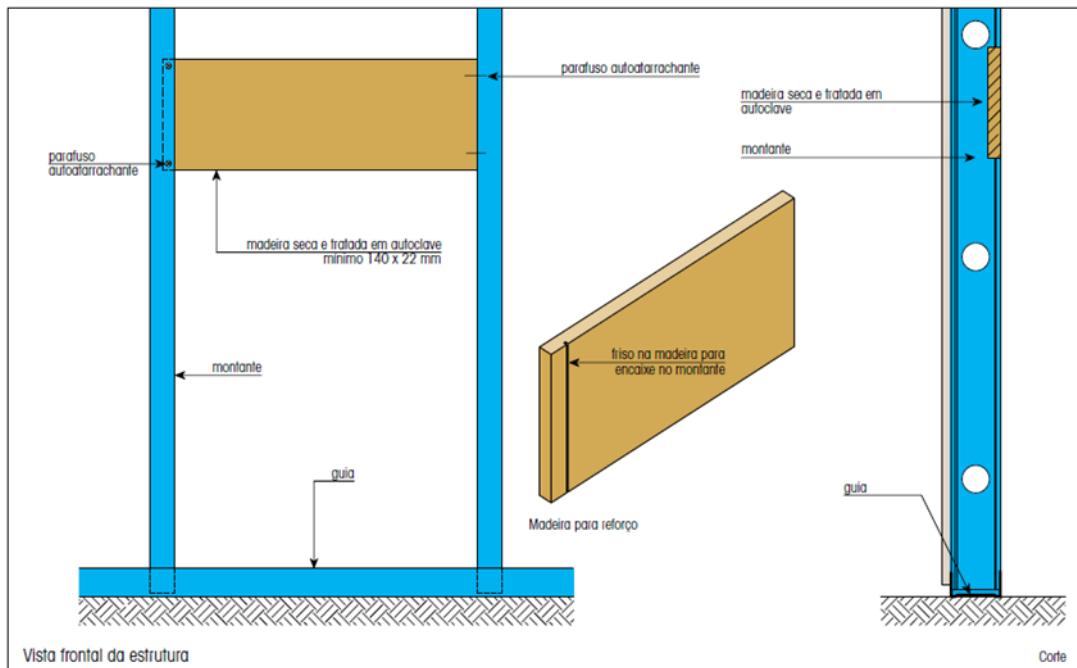
#### 3.2.9.3.4 Reforços

Para a fixação de elementos nas paredes em *drywall*, deve haver um projeto que se atente ao peso e o tipo de carga que será aplicada, para determinar o esforço de cisalhamento ou momento, além disso, é importante escolher o tipo correto de fixador, como buchas e ganchos específicos para *drywall*, levando em conta o suporte e as características da parede, como a quantidade de camadas de chapas de gesso e a espessura do acabamento. Cada perfuração feita para fixação deve ser considerada um ponto de fixação e deve haver uma distância mínima de 400 mm entre eles. Dois ou mais pontos a uma distância menor que 400 mm são considerados como um único ponto de fixação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE *DRYWALL*, 2006).

Segundo a Placo Saint-Gobain (2013), para a fixação de elementos em paredes *drywall*, cargas de até 10 kg, é possível a fixação diretamente na placa utilizando buchas plásticas ou metálicas de expansão ou basculantes. Já para cargas de 10 kg a 18 kg, a fixação deve ser feita nos montantes da parede, utilizando buchas metálicas basculantes. Acima de 18 kg é necessário utilizar reforço estrutural de madeira ou metal para a fixação, sendo ideal que esse reforço seja instalado durante a montagem da estrutura da parede.

Para reforços horizontais com madeira, é importante utilizar madeira seca e tratada em autoclave com pelo menos 140 mm de largura e 22 mm de espessura (Fig. 29). O comprimento da madeira deve ser compatível com a modulação dos montantes (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

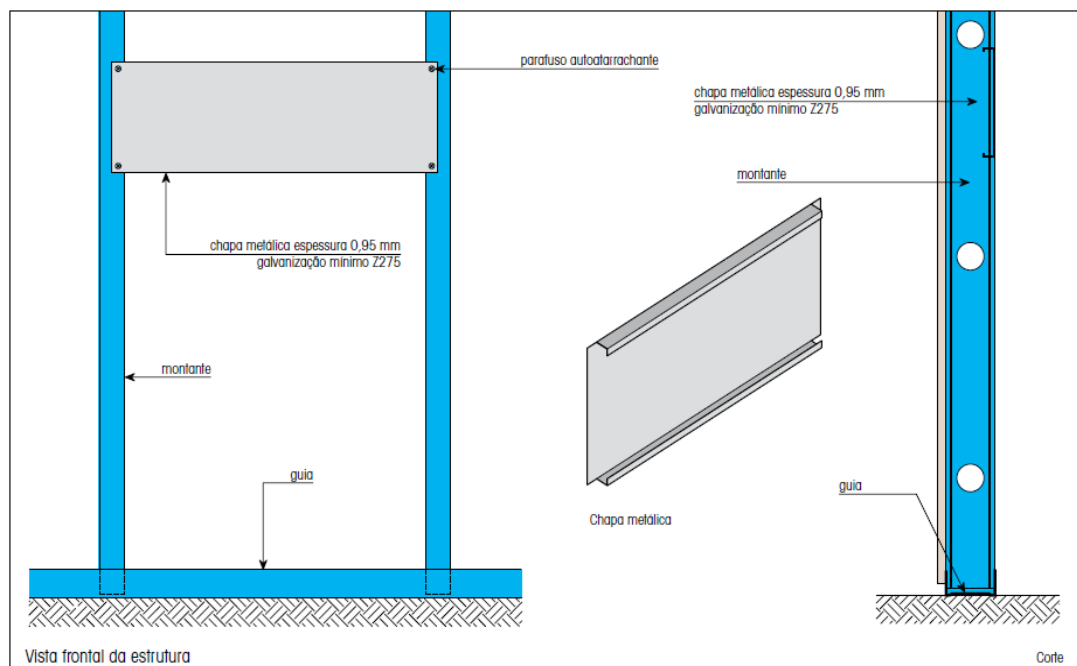
**Figura 29 – Reforço horizontal em madeira**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 46.

Para reforços horizontais em chapa metálica, fazer o uso de uma chapa de aço galvanizado (mínimo Z275) de espessura 0,95 mm (Fig. 30).

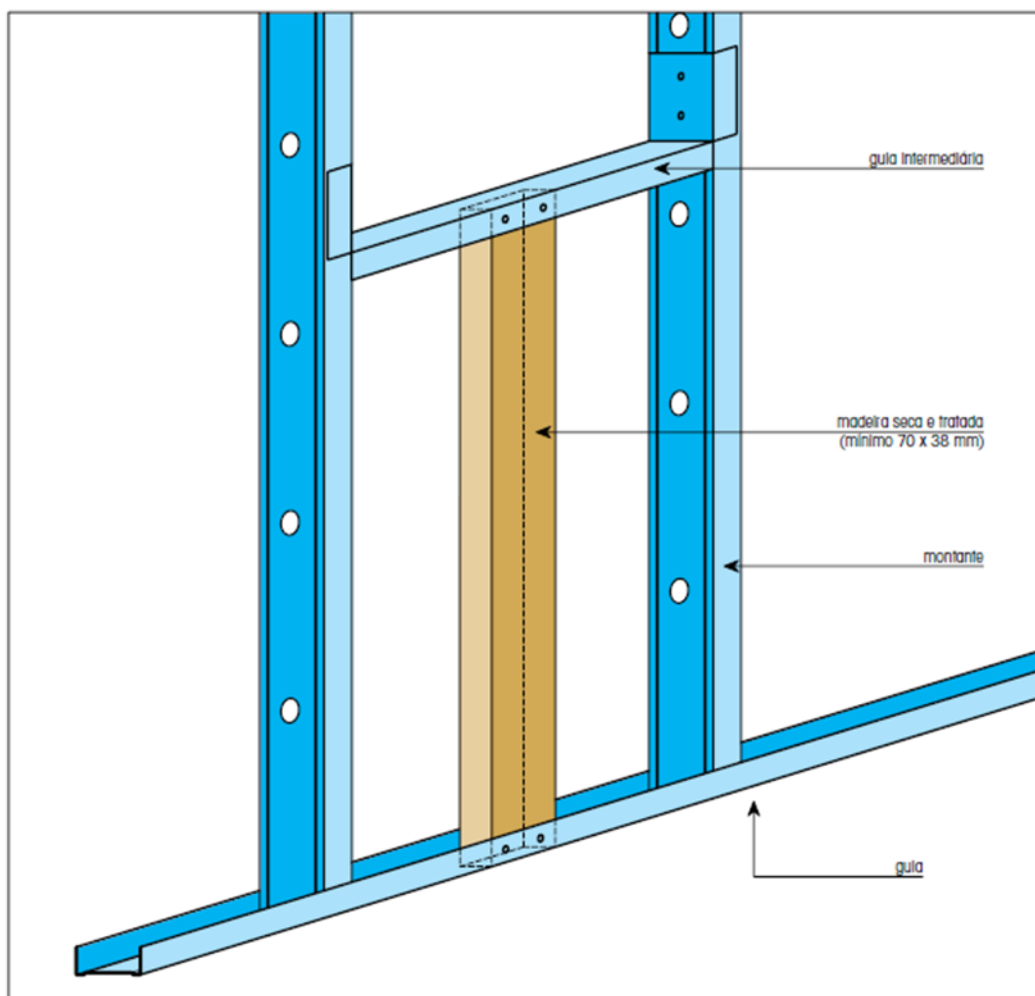
**Figura 30 – Reforço horizontal em chapa metálica**



Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 47.

Para reforços verticais, é recomendado o uso de madeira seca e tratada em autoclave, com no mínimo 70 mm de largura, 38 mm de espessura e altura compatível com o especificado em projeto. Para garantir a estabilidade da madeira, deve ser instalada uma guia intermediária entre os montantes (Fig. 31), fixada com parafuso TRPF13. A peça de madeira deve ser encaixada na guia inferior e na guia intermediária com parafuso “autoatarraxante” (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

**Figura 31 – Reforço vertical em madeira**



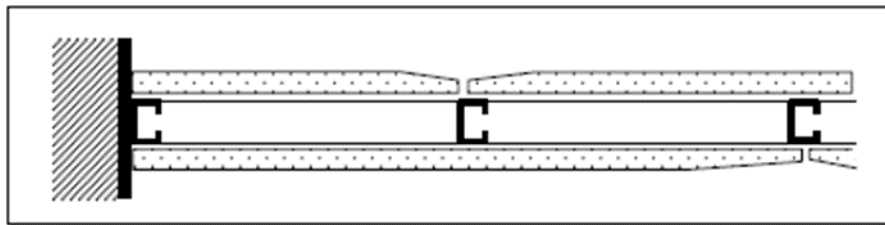
Fonte: PLACO SAINT-GOBAIN, 2013. p. 47.

### 3.2.9.4 Fechamento da segunda face da divisória

Quando houver passagens de instalações elétricas e hidráulicas dentro da parede de vedação, estas precisam ser concluídas antes do fechamento da segunda face da mesma, bem como os testes das instalações (TANIGUTI, 1999).

Na montagem da divisória, as placas de gesso devem ser dispostas de modo que as juntas de um lado sejam alternadas com as juntas do outro lado (Fig. 32). Isso significa que as juntas das placas em um lado da divisória devem ser posicionadas de forma oposta às juntas do outro lado, criando um padrão de intercalação (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

**Figura 32 – Desencontro das junções de chapas entre as duas faces da divisória**



Fonte: TANIGUTI, 1999. p. 181.

### 3.2.9.5 Tratamento das juntas

As juntas entre as placas de gesso são uma parte essencial dos sistemas de *drywall*. Para o tratamento adequado das juntas, é necessário utilizar fita de papel microperfurado, massas e cantoneiras especiais. Esses materiais são utilizados para garantir a resistência mecânica entre as placas, a proteção contra o fogo e o isolamento acústico, resultando em uma superfície única e livre de fissuras (PLACO SAINT-GOBAIN, 2013).

A atividade de rejuntar, segundo Ferguson (1996, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 181) exige habilidade do montador, pois as juntas devem estar niveladas às chapas de gesso e não devem conter imperfeições, para que a divisória tenha o aspecto de elemento monolítico.

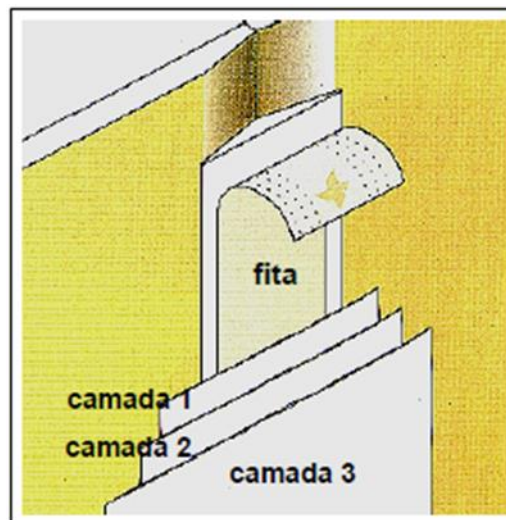
A falta de experiência do montador neste cenário poderá facilitar quanto ao aparecimento de patologias, como por exemplo, a não união adjacente das placas, aparição de fissuras ou destacamento das juntas.

As bordas longitudinais das chapas de gesso, possuem uma depressão a fim de acomodar o material que será responsável pelo acabamento entre as juntas (TANIGUTI, 1999).

Para Ferguson (1996, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 180) as massas para tratamento das juntas, na sua maioria, não possuem capacidade para absorver esforços de tração de modo que, se a junta for preenchida somente com essa massa, certamente haverá o aparecimento de fissuras nessa região.

O número de camadas de rejuntamento pode variar de acordo com o acabamento que a parede irá receber (Fig. 33), uma divisória que irá receber papel de parede terá um número menor de camadas do que uma que receberá pintura acetinada. As cabeças de pregos e parafusos também deverão ser cobertas com a mesma massa (TANIGUTI, 1999).

**Figura 33 – Aplicação de fita para junta e execução de camadas de rejunte**



Fonte: PLACO DO BRASIL, s.d. (*apud* TANIGUTI, 1999, p. 186).

De acordo com Ferguson (1996, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 186), normalmente as juntas são realizadas com três camadas de massa. A primeira camada não exige um acabamento perfeito, devendo-se utilizar uma massa consistente. A segunda camada constitui uma camada de enchimento, encobrendo as fitas de papel ou véu de fibra de vidro. A terceira camada, denominada camada final, deve proporcionar um acabamento liso e perfeito.

### 3.2.9.6 Acabamento final

Após 48 horas do processo de rejuntamento, pode se realizar o acabamento final em tinta, papel de parede, placas cerâmicas, entre outros, sendo comum no Brasil a utilização de tinta como acabamento final (TANIGUTI, 1999).

Devido à diferença de porosidade e rugosidade superficial entre as chapas de gesso e a região rejuntada, a superfície da divisória a ser pintada deve receber um tratamento prévio, através da utilização de um “primer” específico, segundo a ASTM (1995c, *apud* TANIGUTI, 1999, p. 188).

É comum no Brasil a utilização de massa corrida para uniformizar a porosidade e rugosidade da divisória. Após a regularização o acabamento final pode ser realizado, quando feito com tinta é recomendável a utilização de rolo com pelos finos, e no caso de pintura com pistola, atenção na execução e isolamento das partes que não devem ser pintadas (TANIGUTI, 1999).

## 4 CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS

A norma ABNT NBR 15575-4 (2021), é conhecida como a norma de desempenho e foi elaborada para estipular os padrões mínimos que construtores devem cumprir. Isto é fundamental para assegurar aos clientes segurança, conforto durante a utilização dos imóveis e produtos de alta qualidade, além de garantir a durabilidade e alongar a vida útil de uma edificação.

Esta parte da norma estabelece critérios para sistemas de vedações verticais internas e externas, incluindo os sistemas de *drywall* e alvenaria. Para esses sistemas de vedação, a norma determina requisitos para o desempenho estrutural, segurança contra incêndio, segurança durante o uso e operação, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, desempenho lumínico, durabilidade e manutenção, saúde, conforto antropodinâmico e adequação ambiental. Portanto, os elementos desses sistemas devem ser submetidos a ensaios que atendam aos critérios estabelecidos na norma (ABNT NBR 15575-4, 2021).

A ABNT NBR 15575-4 (2021), não se aplica a:

- Obras já concluídas;
- Obras de reformas;
- *Retrofit* de edifícios;
- Edificações provisórias.

### 4.1 Propriedades

Para a análise comparativa dos sistemas de vedação interna serão tidas como referência a seguinte composição:

- Divisória em *drywall*: 2 bordas com 12,5 mm de espessura cada, com montantes simples e espaçamento de 60 cm entre cada um dos montantes.
- Alvenaria de blocos cerâmicos com paredes maciças: dimensões de 14x19x29 cm com revestimento de 2 cm em cada face;

Os dados para a alvenaria cerâmica são fornecidos pela Cerâmica Roque (2019), que disponibiliza um manual fundamentado na ABNT NBR 15575-4:2021, baseado em relatórios de ensaios de desempenho realizados em universidades e institutos de pesquisa, para diversos tipos e dimensões de blocos (estrutural ou não) e com revestimentos variados.

#### 4.1.1 Resistência ao fogo

A ABNT NBR 14432 (2001) define resistência ao fogo como propriedade do material em suportar ações provenientes de fogo. Essa resistência é dada pelo tempo em que o material submetido à essa situação consegue manter suas características quanto à segurança estrutural, estanqueidade e isolamento.

Quanto a segurança contra incêndio de vedações verticais, a ABNT NBR 15575-4 (2021) possui alguns requisitos:

- Dificultar a ocorrência de inflamação generalizada;
- Dificultar a propagação do incêndio;
- Dificultar a disseminação das chamas e manter a integridade estrutural da construção.

Segundo a Cerâmica Roque (2019), a resistência ao fogo para parede de vedação em alvenaria cerâmica é de 240 minutos, obtido no Relatório de Ensaio N° 1693 em 08 de março de 2017 no ITT Performance - UNISINOS.

Para efeito de comparação a resistência ao fogo da parede de vedação em *drywall* é de 30 minutos, para a placa ST, RU e RF. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL, 2018c).

A CBPMESP (2019) apresenta na sua Instrução Técnica nº 09, com base na ABNT NBR 15758-1 (2009) de dados de resistência ao fogo de chapas de gesso para *drywall*, conforme figura 34.

**Figura 34 – Quadro de resistência ao fogo de paredes em chapas de gesso para *drywall***

Itens	Designação das paredes conforme norma ABNT NBR 15758	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	Montantes		Tipo de chapas	
							Simples	Duplo	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
18	150/90/400/2CH 15 - 2CH 15	150	90	400	4	15	4,70	5,60	CF90	CF120
19	160/48/600/DEL/2CH 12,5 - 2CH 12,5	160	48	600	4	12,5	4,90	5,80	CF60	CF90
20	160/48/400/DEL/2CH 12,5 - 2CH 12,5	160	48	400	4	12,5	5,50	6,50	CF60	CF90

**Legenda:**

CH = Chapa de Gesso, ST = Standard, RU = Resistente a umidade e RF = Resistente ao fogo

**Notas:**

a. Especificações e execução de acordo com a norma ABNT 15758;

b. Exigir atestado de qualificação do PSQ Drywall (Programa Setorial de Qualidade) do PBQP-h;

c. Será admitido o uso de parede de "drywall" com alturas superiores a 6,5 m em compartimentações de áreas, desde que seja apresentado atestado da empresa fabricante do drywall especificando a altura limite que pode ser executada a parede; a tipologia (características construtivas) e o tempo de resistência ao fogo correspondente.

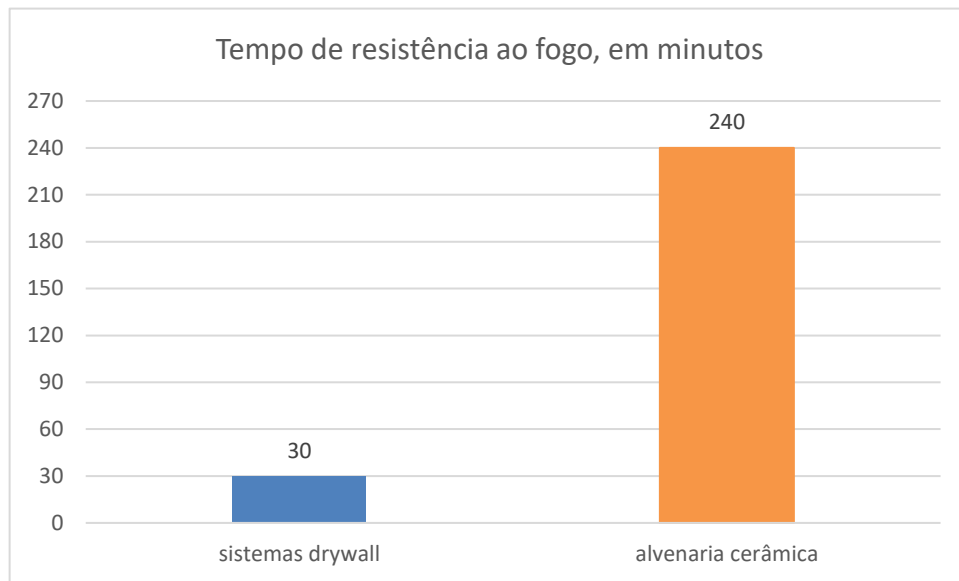
Fonte: CBPMESP, 2019.

A partir de análise na figura 34 é possível verificar que para as considerações dimensionais estabelecidas no item 4.1 deste trabalho, apenas os itens 1, 7 e 13 são compatíveis para avaliação, tendo duas chapas de 12,5mm, sendo montante simples e espaçamento de 600mm, sendo que, para estes dados, todas apresentam resistência "corta fogo" de no máximo 30 minutos, independente de suas dimensões de espessura total da parede e espessura da estrutura.

Além disso, cabe salientar que a utilização de chapas RF (resistente ao fogo) quando comparadas com ST (*Standart*) e RU (resistente a umidade), só apresentam resultados significativos quanto ao aumento do tempo de resistência ao fogo se forem utilizados quatro chapas de gesso, ou seja, duas para cada face.

Os resultados são apresentados pela figura 35.

**Figura 35 – Gráfico do desempenho de resistência ao fogo para alvenaria cerâmica e *drywall***



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Caso fossem submetidos a uma situação de incêndio, o sistema *drywall* resistiria apenas 12,5% do tempo que suportaria uma vedação em alvenaria cerâmica. Devido ao método de fabricação das cerâmicas passarem pelo processo de queima em fornos com altíssima temperatura, o material possui resistência ao fogo elasticamente superior, conforme apresentado na figura 35.

#### 4.1.2 Isolamento Térmico

Pode-se afirmar que um ambiente oferece conforto térmico quando a temperatura é mantida dentro de uma faixa ideal para o conforto humano, sem variações abruptas. É importante ressaltar que o nível de conforto térmico de um edifício é influenciado pelas vedações verticais externas, uma vez que esses elementos isolam o edifício do meio externo (TANIGUTI, 1999).

A ABNT NBR 15220-1 (2005, p. 2) define resistência térmica total (Rot) como “somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais interna e externa”.

Do mesmo modo, para transmitância térmica (U), a norma determina como “inverso da resistência térmica total” (ABNT NBR 15220-1, 2005, p. 2).

Sendo assim, analisar isolamento térmico de vedações internas de compartimentação, para melhor conforto do usuário, opta-se por material ou sistema

que seja o mais resistente termicamente possível, logo, com menor transmitância térmica.

Segundo a Cerâmica Roque (2019), a transmitância térmica para paredes de vedação em alvenaria cerâmica é de 1,9 W/m<sup>2</sup>K, obtido através da Ordem de Serviço N° 0441/2016 em 14 de fevereiro de 2016 no LBTEC - UCS.

#### 4.1.2.1 Cálculo da Resistência e Transmitância Térmica

##### 4.1.2.1.1 Sistemas Homogêneos

A ABNT NBR 15220-2 (2023) estabelece métodos e diretrizes para cálculo da resistência e transmitância térmica de elementos construtivos de edificações.

Para o cálculo do comportamento térmico de um material é necessário verificar em qual meio este está incluindo, sendo assim, a norma estabelece critérios para cálculo tanto de material ou estrutura homogênea, quanto a sistemas não homogêneos, compostos por mais de um tipo de material de diferentes propriedades, ao qual se enquadra o sistema *drywall*.

A ABNT NBR 15220-2 (2023) define para o cálculo de resistência térmica em elementos homogêneos sendo conhecida sua condutividade térmica, conforme equação 1:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (\text{m}^2.\text{K}/\text{W}) \quad (1)$$

sendo  $d$  a espessura da camada (m) e  $\lambda$  sua condutividade térmica do material (W/m.K).

A resistência térmica total de um sistema com multicamadas é determinada simplesmente pela soma da resistência individual de cada uma das camadas conforme equação 2.

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (\text{m}^2.\text{K}/\text{W}) \quad (2)$$

A resistência térmica quanto ao fluxo de calor de sistemas internos e externos,  $R_{si}$  e  $R_{se}$ , respectivamente, devem ser incluídos para a obtenção da resistência

térmica total. A transmitância térmica total (U) de ambiente para ambiente é dada pela equação 3.

$$U = \frac{1}{R_{tot}} \text{ (W/m}^2\text{.K)} \quad (3)$$

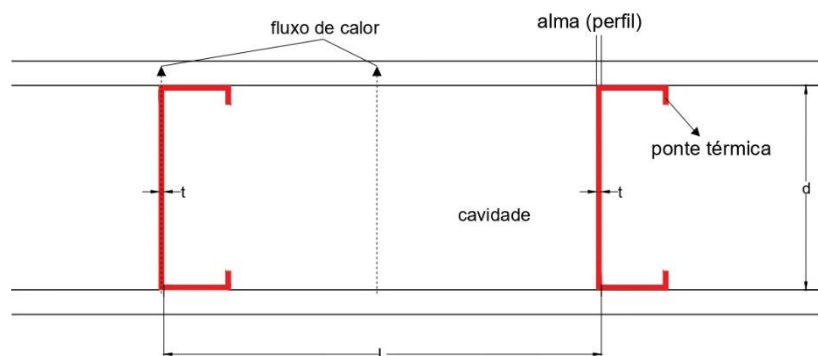
Desta forma, é possível realizar o cálculo da resistência e da transmitância térmica, porém estando limitada a sistemas homogêneos. Entretanto, é insuficiente para a maioria dos sistemas onde há camadas compostas por estruturas de aço, materiais isolantes, ar e etc.

#### 4.1.2.1.2 Sistemas não Homogêneos e Método do Caminho Paralelo

Segundo IISI (2001, *apud* MUZZI, 2014, p.43) ocorreram diversas discussões para que o cálculo da resistência e transmitância térmica pudessem levar em conta os efeitos de camadas não homogêneas e pontes térmicas, sendo uma delas o método do caminho paralelo.

Para Ashrae (2013, *apud* MUZZI, 2014, p. 44) o método do caminho paralelo assume que o fluxo de calor é unidimensional, sendo assim, o calor incide perpendicularmente à face externa (chapa *drywall*) e é transmitido paralelamente entre a ponte térmica e o meio isolante, e que não há troca de calor entre esses dois elementos, conforme figura 36. Dessa maneira é possível calcular a resistência térmica da cavidade e dos elementos estruturais. Em seguida essas resistências devem ser ponderadas pelas respectivas áreas em relação a área total (equação 4) dependendo da proporção da área do material estrutural e uma camada homogênea.

**Figura 36 – Fluxo de calor no sistema pelo método do caminho paralelo**

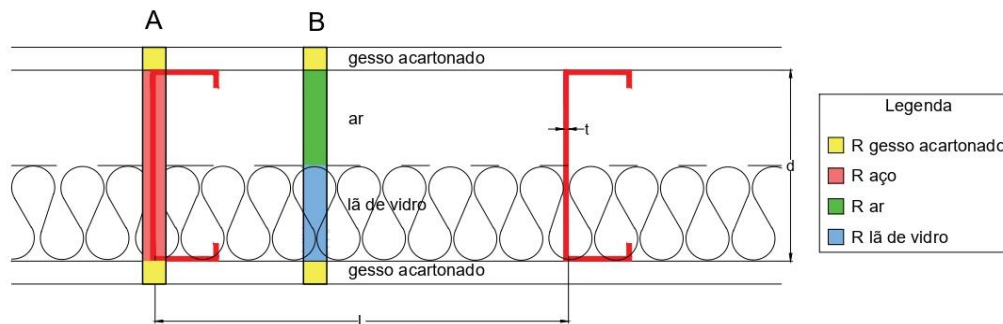


Fonte: Elaboração própria, 2023.

$$R_{\text{caminho paralelo}} = R_{pp} = \frac{1}{\left(\frac{A_{\text{pontet\u00e9rmica}}}{\sum R_{\text{pontet\u00e9rmica}}}\right) + \left(\frac{A_{\text{cavidade}}}{\sum R_{\text{cavidade}}}\right)} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}) \quad (4)$$

onde  $R_{\text{pontet\u00e9rmica}}$  e  $R_{\text{cavidade}}$  s\u00e3o as somat\u00f3rias das resist\u00eancias t\u00e9rmicas calculadas conforme pontos A e B da figura 37, respectivamente,  $A_{\text{pontet\u00e9rmica}}$  \u00e9 a fra\u00e7\u00e3o da \u00e1rea da estrutura  $\left(\frac{t}{L}\right)$  e  $A_{\text{cavidade}}$  \u00e9 a fra\u00e7\u00e3o de \u00e1rea correspondente ao material isolante  $\left(1 - \frac{t}{L}\right)$ , sendo que, para estruturas leves de a\u00e7o a porcentagem de \u00e1rea estrutural \u00e9 determinada pela espessura da alma e n\u00e3o da largura da mesa, conforme IISI (2001, *apud* MUZZI, 2014, p. 44).

**Figura 37 – Esquema das resist\u00eancias t\u00e9rmicas para eixo da ponte t\u00e9rmica e eixo da cavidade**



Fonte: Elabora\u00e7\u00e3o pr\u00f3pria, 2023.

#### 4.1.2.2 Metodologia

Ser\u00e3o realizados c\u00e1lculos da resist\u00eancia e transmit\u00eancia t\u00e9rmica em sistemas de gesso acartonado em *drywall* de diferentes espessuras e que para efeito de compara\u00e7\u00e3o possam atender ao item 4.1 deste trabalho, conforme figura 38.

**Figura 38 – Quadro de espessura de paredes de sistema *drywall***

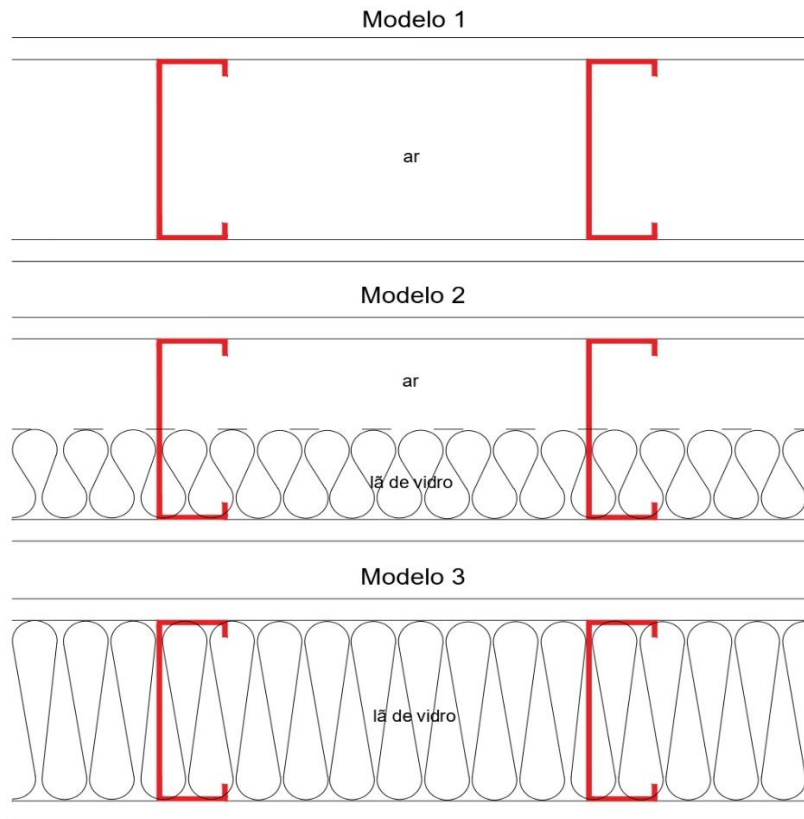
Itens	Designa\u00e7\u00e3o das paredes conforme norma ABNT NBR 15758	Espessura total da parede (mm)	Largura total da estrutura (mm)	Dist\u00e2ncia entre os montantes (mm)	Altura m\u00e1xima entre fixa\u00e7\u00f5es para montantes simples (m)	Quantidade de chapas	Espessura das chapas (mm)
1	73/48	73	48	600	2,50	2	12,5
7	95/70	95	70	600	3,00	2	12,5
13	115/90	115	90	600	3,50	2	12,5

Fonte: Adaptado de CBPMESP, 2019.

Além disso, para demonstração da efetividade do uso de isolantes, serão simulados para cada espessura proposta de sistema *drywall* com diferentes áreas de preenchimento da cavidade (Fig. 39), sendo elas:

- sem a presença de lã de vidro, apenas ar (modelo 1);
- combinado: 50% ar e 50% lã de vidro (modelo 2);
- 100% com lã de vidro (modelo 3).

**Figura 39 – Diferentes preenchimentos da cavidade para cálculo da resistência térmica**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Os cálculos para as situações propostas encontram-se no APÊNDICE A deste trabalho e para este fim foram utilizadas as propriedades dos materiais conforme demonstra a figura 40, as espessuras da lã de vidro e de ar variam para cada uma das espessuras dos sistemas analisados.

**Figura 40- Quadro de condutividade térmica e espessura dos materiais utilizados na análise térmica de fechamento de sistema drywall**

Material	espessura e (m)	Condutividade Térmica (W/mK)
Gesso acartonado (ga)	0,0125	0,35
Perfil de aço (aço)	0,00095	55
Lã de vidro (lv)	variável	0,045
Ar (ar)	variável	0,0263

Fonte: Adaptado de NBR 15220-2; Clarke, 1985; UFSC, 2006; Rodrigues, 2006; Incropera, 2008, *apud* MUZZI, 2014.

#### 4.1.2.3 Resultados Obtidos

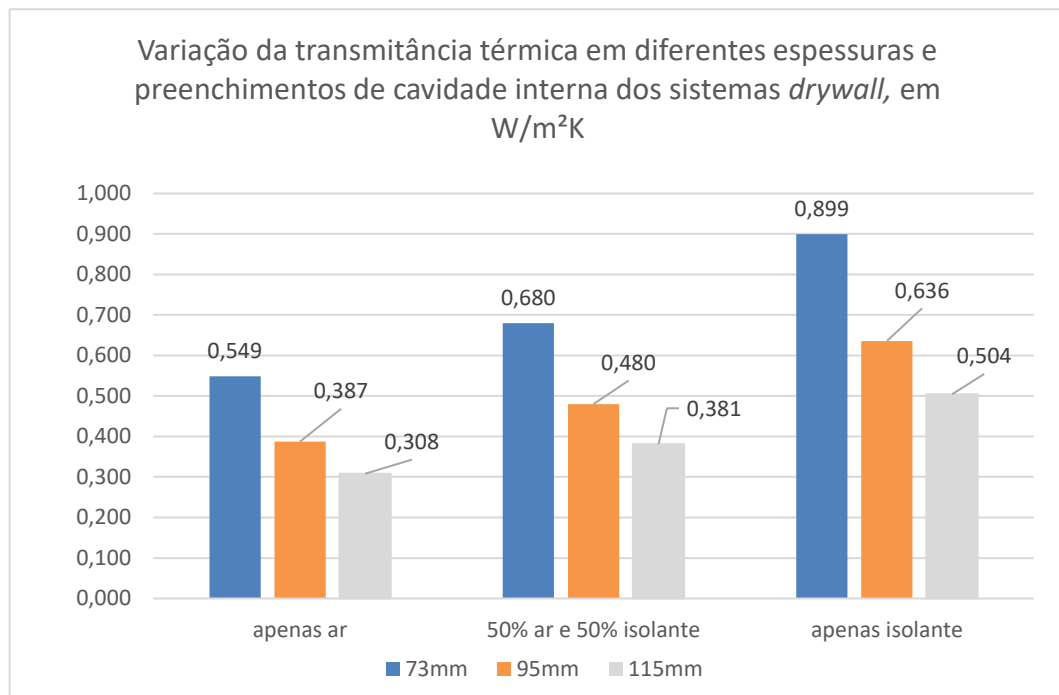
A partir dos cálculos realizados obteve-se os resultados para resistência e transmitância térmica nos sistemas de *drywall* com placas de gesso acartonado, conforme figura 41.

**Figura 41 – Quadro de resistência e transmitância térmica em sistemas de *drywall* com placas de gesso acartonado**

Espessura total da parede (m)	Resistência caminho paralelo (R <sub>pp</sub> )			Transmitância (U)		
	Apenas ar	Combinado	Apenas isolante	Apenas ar	Combinado	Apenas isolante
	m <sup>2</sup> .K/W			W/m <sup>2</sup> .K		
0,073	1,823	1,470	1,112	0,549	0,680	0,899
0,095	2,581	2,083	1,573	0,387	0,480	0,636
0,115	3,247	2,625	1,984	0,308	0,381	0,504

Fonte: Elaboração própria, 2023.

**Figura 42 – Gráfico da variação da transmitância em sistemas *drywall* em função de diferentes espessuras e preenchimentos de cavidade interna**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

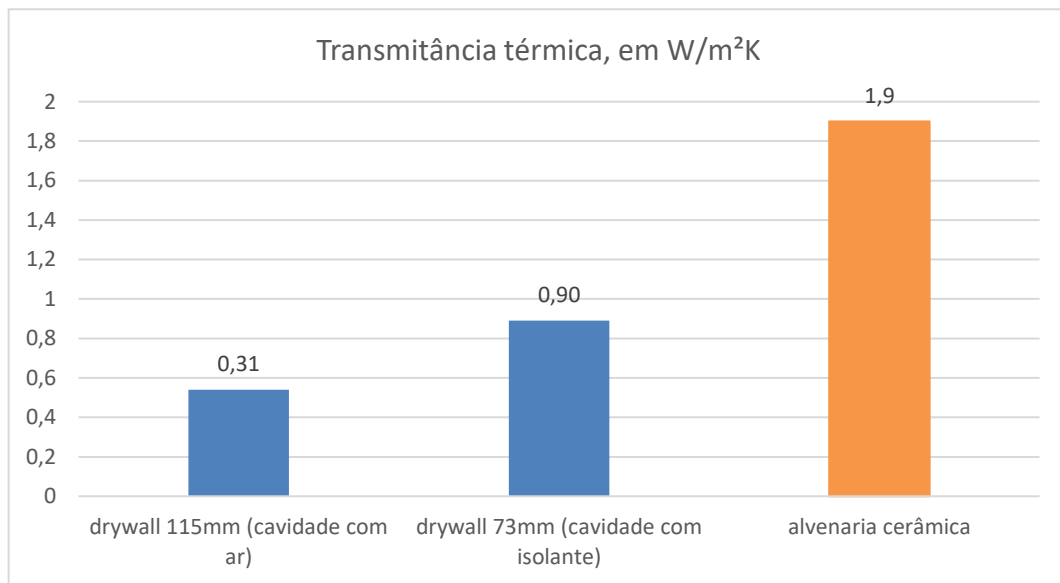
Analisando a figura 42 é possível notar que, ao contrário do que se pensava previamente, os valores para transmitância térmica são maiores onde a cavidade é totalmente preenchida por elemento isolante, devido a sua condutividade térmica ser maior quando comparada ao ar. Entende-se que o uso do isolante está mais relacionado com o desempenho acústico do sistema do que necessariamente térmico.

Nota-se também que, ao haver equilíbrio do preenchimento de cavidade entre ar e isolante, os valores são médios em relação aos extremos, deste modo podem atender suficientemente os quesitos de isolamento térmico e acústico.

Além disso é importante notar que para maiores espessuras do sistema, quando comparadas com o mesmo preenchimento de cavidade em espessuras inferiores, apresentam resultados mais atrativos em relação à transmitância térmica.

Na figura 43, é possível visualizar o desempenho de cada um dos sistemas.

**Figura 43 – Gráfico do desempenho quanto a transmitância térmica entre os sistemas de *drywall* e alvenaria cerâmica**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Analisando os resultados é possível verificar uma vantagem bastante expressiva dos sistemas em *drywall* para alvenaria cerâmica. Para sistemas com espessura de 115 mm e cavidade preenchida com ar e *drywall* com espessura de 73 mm e cavidade preenchida totalmente com isolante, as transmitâncias térmicas são de 16,3% e 47,4%, respectivamente, quando comparada com a alvenaria cerâmica.

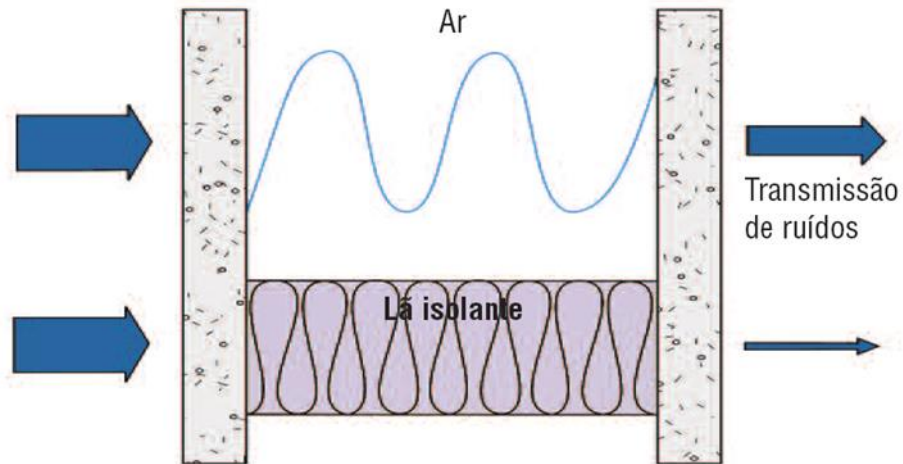
#### 4.1.3 Isolamento Acústico

Atender aos requisitos e critérios de desempenho acústico é essencial para garantir a privacidade e o silêncio necessários para o repouso, o descanso e o lazer dos usuários (TANIGUTI, 1999).

De acordo com a Associação Brasileira do *Drywall* (2018b), alguns fatores podem alterar o desempenho acústico das paredes em *drywall*:

- Espaço interno entre as chapas (largura da estrutura), se maior pode proporcionar índice de isolamento maior;
- Maior número de chapas de gesso resulta em maior índice de isolamento acústica;
- Lãs isolantes aplicadas no interior das paredes melhoram a isolamento acústica, conforme figura 44.

**Figura 44 - A eficiência do sistema massa-mola-massa é proporcionada pela descontinuidade dos meios**



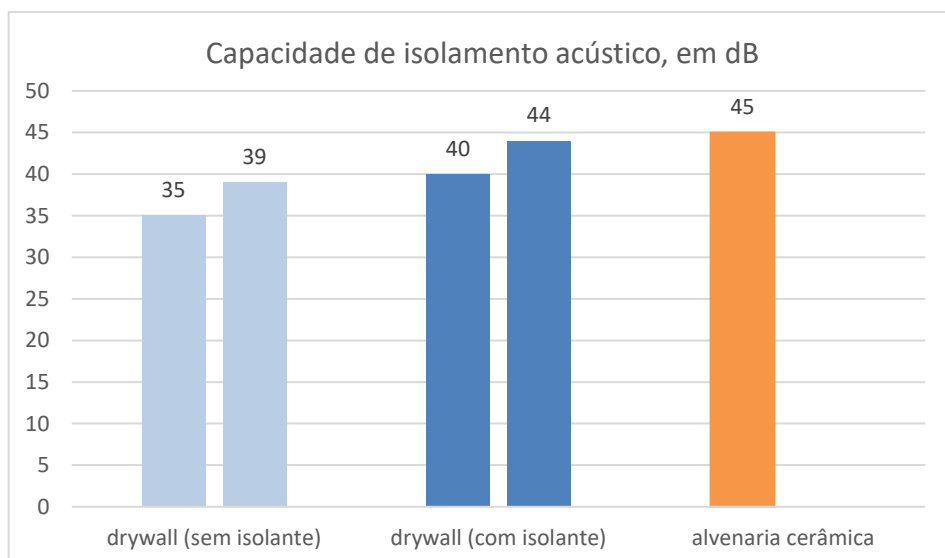
Fonte: Associação Brasileira do *Drywall*, 2018b, p. 9.

Segundo a Cerâmica Roque (2019), o isolamento acústico de  $R_w$  para parede de vedação em alvenaria cerâmica é de 45 dB, obtido no Relatório de Ensaio N° 101785 em 25 de abril de 2016 no Laboratório de acústica da UFSM.

Segundo a Associação Brasileira do *Drywall* (2018b), o sistema apresenta isolamento acústico de  $R_w$  que varia de 35 a 39 dB, e ao adicionar a lã mineral os valores vão de  $R_w$  variam de 40 a 44 dB.

A comparação do desempenho dos sistemas pode ser verificada na figura 45.

**Figura 45 – Gráfico da comparação do desempenho acústico entre sistemas *drywall* com ou sem isolante e alvenaria cerâmica**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

O sistema *drywall* sem a utilização de isolante acústico apresenta desempenho que podem variar de 77,8% a 86,7% quando comparados com alvenaria cerâmica. Já com a utilização desses isolantes, essa porcentagem pode ser ainda mais eficiente, podendo variar entre 88,9% a 97,8%.

#### 4.1.4 Estanqueidade

As paredes verticais de vedação podem ser afetadas pela água de várias maneiras. Quando se trata de paredes internas, deve-se prestar atenção especial aos ambientes úmidos, como banheiros e cozinhas, onde estão expostas à água durante as atividades de limpeza ou uso (TANIGUTI, 1999).

Para estanqueidade em vedações verticais internas e externas com incidência direta de água (áreas molhadas), a ABNT NBR 15575-4 (2021) define como critério de aceitação que a quantidade de água que penetra não poderá ser superior a 3 cm<sup>3</sup>, por um período de 24 horas, em uma área exposta com dimensões de 34 x 16 cm, os métodos de ensaio são definidos pelo anexo D desta mesma norma.

Para estanqueidade em vedações verticais internas e externas com contato com áreas molháveis, a ABNT NBR 15575-4 (2021) tem como critério de aceitação a não ocorrência da presença de umidade perceptível em ambientes contíguos, ou seja, que a umidade seja incapaz de transparecer no ambiente ao qual não há contato direto com a água. Essa aplicação serve para casos em que o uso do imóvel tenha sido adequado ao qual foi proposto, que esteja a par das manutenções previstas em projeto e descritas no manual de uso e operação.

Segundo a ABNT NBR 15575-3 (2021), os pisos de áreas molhas não devem permitir o aparecimento de umidade na sua superfície inferior, paredes e pisos adjacentes, quando submetidos a uma lâmina de água de no mínimo 10mm no seu ponto mais alto, por um período de 72 horas.

Contudo, sabendo-se que a água pode ser um fator prejudicial aos sistemas construtivos, é possível notar que há uma preocupação por parte dos órgãos normativos em relação a aceitação dos requisitos mínimos de desempenho. No entanto, não foram encontrados resultados de ensaios ou dados numéricos que pudessem ser satisfatórios como fator de comparação da eficácia de cada um dos sistemas no combate a umidade.

De acordo com a Associação Brasileira do *Drywall* (2018a), as paredes de *drywall* apresentam estanqueidade à água equivalente aos sistemas convencionais.

## 4.2 Custos dos Sistemas

### 4.2.1 Captação dos dados

Para a realização da análise de custos dos sistemas usamos como base o boletim referencial de custos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil 1 – SINAPI.

O boletim referencial de custos da SINAPI é elaborado pela Caixa Econômica Federal, e possui uma versão por estado no Brasil, que é atualizada mensalmente.

A SINAPI disponibiliza a relação de custos para construção civil através de serviços que compreendem mão de obra e material, podendo também ser utilizados insumos e a tabela analítica dos itens. Ela está disponível no formato não desonerado, que é quando os custos com mão de obra incluem os encargos sociais referentes à contribuição de 20% do INSS sobre a folha de pagamento, e desonerado quando os custos não incluem as contribuições.

Para análise irá se utilizar do boletim referencial de custos não desonerado da SINAPI, referente ao mês de abril de 2023 para o estado de São Paulo, publicado em 22 de maio de 2023.

Considerou-se o custo apenas do metro quadrado do sistema de vedação, conforme os demais comparativos, desconsiderando instalações, reforços, fundações e outras variáveis.

Cada serviço presente no boletim referencial de custos da SINAPI possui um código que é um conjunto de números, que visa auxiliar a praticidade no uso da tabela e melhor identificação.

#### 4.2.1.1 Sistema de vedação em *drywall*

Para o levantamento de custos do sistema *drywall* será considerado o serviço referente ao sistema (código 96358) e o acabamento em emassamento com massa látex (código 88495).

O sistema *drywall* é representado pelo serviço de código 96358, com a descrição de “PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (*DRYWALL*), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS. AF\_06/2017\_PS”, mensurado em metro quadrado com o valor de R\$ 87,27. Este item contempla os serviços mostrados na tabela 6:

**Tabela 6 – Representação analítica do item 96358**

96358	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO ( <i>DRYWALL</i> ), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS. AF_06/2017_PS	M2			
I 37586	PINO DE ACO COM ARRUELA CONICA, DIAMETRO ARRUELA = *23* MM E COMP HASTE = *27* MM (ACAO INDIRETA)	CR	0,0243000	45,05	1,09
I 39413	PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), COR BRANCA, E = 12,5 MM, 1200 X 2400 MM (L X C)	M2	CR	2,1060000	19,02 40,05
I 39419	PERFIL GUIA, FORMATO U, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE <i>DRYWALL</i> , E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	M	CR	0,7604000	6,70 5,09
I 39422	PERFIL MONTANTE, FORMATO C, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE <i>DRYWALL</i> , E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	M	C	1,9910000	7,60 15,13
I 39431	FITA DE PAPEL MICROPERFURADO, 50 X 150 MM, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO PARA <i>DRYWALL</i>	M	CR	2,5027000	0,29 0,72
I 39432	FITA DE PAPEL REFORCADA COM LAMINA DE METAL PARA REFORCO DE CANTOS DE CHAPA DE GESSO PARA <i>DRYWALL</i>	M	CR	0,7407000	2,63 1,94
I 39434	MASSA DE REJUNTE EM PO PARA <i>DRYWALL</i> , A BASE DE GESSO, SECAGEM RAPIDA, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO (NECESSITA ADICAO DE AGUA)	KG	CR	1,0327000	3,29 3,39
I 39435	PARAFUSO <i>DRYWALL</i> , EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA, COMPRIMENTO 25 MM	UN	CR	10,0077000	0,11 2,20
I 39443	PARAFUSO <i>DRYWALL</i> , EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA BROCA, LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM	UN	CR	0,8076000	0,26 0,20
C 88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,5449000	25,49 13,88
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1362000	26,30 3,58
	MATERIAL	:	74,39	85,2408257 %	
	MAO DE OBRA	:	12,88	14,7591743 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	87,27	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: SINAPI, abril 2023. p. 3128.

O emassamento para o acabamento do sistema *drywall* é representado pelo serviço de código 88495, com a descrição de “EMASSAMENTO COM MASSA LÁTEX, APLICAÇÃO EM PAREDE, UMA DEMÃO, LIXAMENTO MANUAL, AF\_04/2023”, mensurado em metro quadrado com o valor de R\$ 13,76. Este item contempla os serviços mostrados na tabela 7:

Tabela 7 – Representação analítica do item 88495

88495	EMASSAMENTO COM MASSA LÁTEX, APLICAÇÃO EM PAREDE, UMA DEMÃO, LIXAMENTO MAN	M2				
UAL. AF_04/2023						
I 3767	LIXA EM FOLHA PARA PAREDE OU MADEIRA, NUMERO 120, COR VERMELHA	UN	CR	0,0401000	1,27	0,05
I 43626	MASSA CORRIDA PARA SUPERFICIES DE AMBIENTES INTERNOS	KG	C	0,7288000	3,76	2,74
C 88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,2459000	32,19	7,91
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0820000	23,71	1,94
	MATERIAL	:		5,61	44,4356120	%
	MAO DE OBRA	:		7,03	55,5643880	%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		12,64	100,0000000	% - ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: SINAPI, abril 2023. p. 3284.

Sendo assim, ao somar os elementos para composição do sistema de vedação em *drywall* com acabamento obtém-se o valor de R\$ 101,03 por metro quadrado.

#### 4.2.1.2 Sistema de vedação em alvenaria cerâmica

Já para o sistema de vedação em alvenaria, foi considerado a alvenaria em blocos cerâmicos (adaptação do código 103342), chapisco (código 87878) e revestimento em massa única (código 87529). Porém, será realizado uma adaptação na composição analítica do serviço de código 103342, tendo em vista que o bloco de vedação cerâmico utilizado nas comparações não está presente no boletim da SINAPI.

O serviço 103342 possui a seguinte descrição: “ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF\_12/2021”. Este item contempla os serviços mostrados na tabela 8:

Tabela 8 – Representação analítica do item 103342

103342	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2				
1						
I 34547	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1 M, *70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM		CR	0,4200000	3,66	1,53
I 34592	BLOCO DE VEDACAO CONCRETO 14 X 19 X 29 CM (CLASSE C - NBR 6136)	UN	CR	18,1400000	3,12	56,59
I 37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAÓ DIRETA)	CENTO	CR	0,0100000	38,74	0,38
C 87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA M3		CR	0,0113000	446,28	5,04
EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019						
C 88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,1300000	27,39	30,95
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,5650000	23,71	13,39
	EQUIPAMENTO	:		0,01	0,0092824	%
	MATERIAL	:		75,59	70,0640492	%
	MAO DE OBRA	:		32,27	29,9173860	%
	OUTROS	:		0,01	0,0092824	%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		107,88	100,0000000	% - ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: SINAPI, abril 2023. p. 3120.

Neste serviço foi alterado o insumo 34592 “BLOCO DE VEDAÇÃO DE CONCRETO 14 X 19 X 29 (CLASSE C – NBR 6136)”, pelo bloco de vedação cerâmico de 14 x 19 x 29 através do método da média de custos de 3 fornecedores: São Jorge Atacadão da Construção, Leroy Merlin e Canarinho Materiais para Construção, como indica a tabela 9.

**Tabela 9 – Valor médio unitário do bloco de vedação cerâmico (14x19x29) cm**

SÃO JORGE	LEROY MERLIN	CANARINHO	VALOR MÉDIO
R\$ 2,10	R\$ 2,19	R\$ 2,78	R\$ 2,36

Nota: valores encontrados nos sites dos respectivos fornecedores para o estado de São Paulo desconsiderando o frete no dia 20 de maio de 2023.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Assim, chegou-se ao valor unitário médio de R\$ 2,36. Posteriormente realizou-se a substituição do insumo na composição analítica da SINAPI para se obter o valor do serviço, conforme tabela 10:

**Tabela 10 – Adaptação da representação analítica para o bloco de vedação cerâmico (14x19x29) cm**

103342	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VAZADOS DE 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA.	m <sup>2</sup>			
I 34547	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	m	CR	0,4200	3,66
MERCADO	BLOCO DE VEDACAO CERÂMICO 14 X 19 X 29 CM	UN	AUTOR	18,1400	2,36
I 37395	PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇO DIRETA)	CENTO	CR	0,0100	38,74
C 87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARAEMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	m <sup>3</sup>	CR	0,0113	446,28
C 88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,1300	27,39
C 88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,5650	23,71
	EQUIPAMENTO	:		0,01	0,0106213%
	MATERIAL	:		61,86	65,7036644%
	MAO DE OBRA	:		32,27	34,2750929%
	OUTROS	:		0,01	0,0106213%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		94,15	100,0000000%

Fonte: Adaptado de SINAPI, abril 2023, p. 3120.

Com isso o item passou a possuir o valor de R\$ 94,15 por metro quadrado, que corresponde a alvenaria de vedação de blocos cerâmicos vazados de 14x19x29 cm.

Para o chapisco foi considerado o serviço de código 87878 com a descrição de “CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF\_10/2022”, mensurado em metro quadrado com o valor de R\$ 4,94. Este item contempla os serviços mostrados na tabela 11:

**Tabela 11 – Representação analítica do item 87878**

87878	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_10/2022	M2				
C 87377	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MANUAL. AF_08/2019	M3	CR	0,0037000	567,76	2,10
C 88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0681000	27,39	1,86
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0255000	23,71	0,60
	MATERIAL	:		2,11	46,3963963	%
	MAO DE OBRA	:		2,45	53,6036037	%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		4,56	100,0000000	% - ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: SINAPI, abril 2023, p. 3392.

Para o revestimento foi considerado o serviço de código 87529 com a descrição de “MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF\_06/2014”, mensurado em metro quadrado com o valor de R\$ 36,09. Este item contempla os serviços mostrados na tabela 12:

**Tabela 12 - Representação analítica do item 87529**

87529	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2				
C 87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	CR	0,0376000	446,28	16,78
C 88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,4700000	27,39	12,87
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1710000	23,71	4,05
	EQUIPAMENTO	:		0,06	0,1788375	%
	MATERIAL	:		18,61	55,2011924	%
	MAO DE OBRA	:		15,00	44,5305514	%
	OUTROS	:		0,03	0,0894187	%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		33,70	100,0000000	% - ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: SINAPI, abril 2023, p. 3410.

Sendo assim, ao somar os elementos para composição do sistema de vedação em alvenaria de blocos cerâmicos de 14 x 19 x 29 cm, com acabamento, obteve-se o valor de R\$ 135,18 por metro quadrado.

## 4.2.2 Comparativo de custos

Observa-se a comparação dos custos através da tabela 13 e 14, e da figura 46:

**Tabela 13 – Parede de vedação em *drywall* - valor por m<sup>2</sup> no estado de São Paulo**

Código	Fonte	Serviço	Unidade	Valor
96358	SINAPI	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS. AF_06/2017_PS	m <sup>2</sup>	R\$ 87,27
88495	SINAPI	EMASSAMENTO COM MASSA LÁTEX, APLICAÇÃO EM PAREDE, UMA DEMÃO, LIXAMENTO MANUAL. AF_04/2023	m <sup>2</sup>	R\$ 13,76
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 101,03</b>

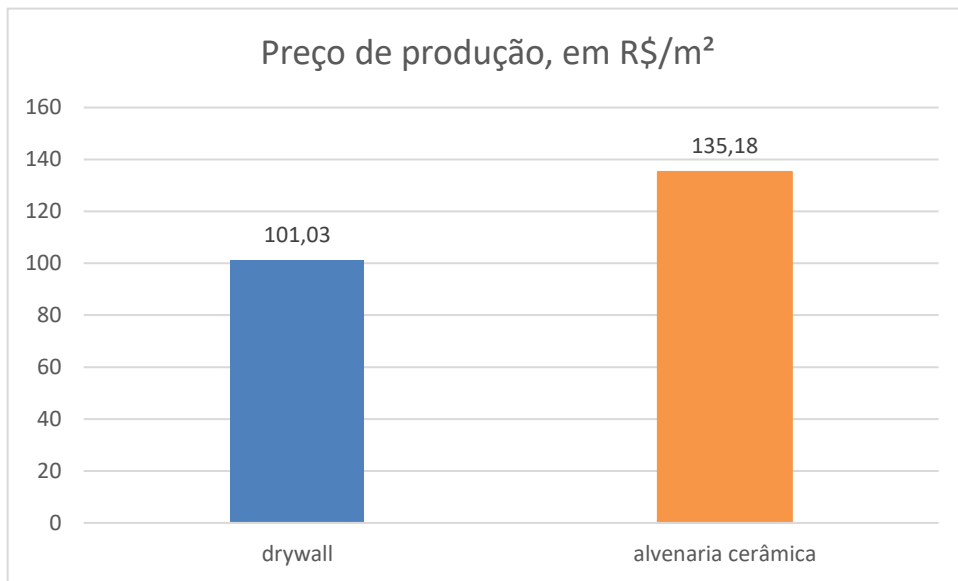
Fonte: Elaboração própria, 2023.

**Tabela 14 – Parede de vedação em alvenaria - valor por m<sup>2</sup> no estado de São Paulo**

Código	Fonte	Serviço	Unidade	Valor
103342	ADAPTADO SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS VAZADOS DE 14X19X29 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	m <sup>2</sup>	R\$ 94,15
87878	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_10/2022	m <sup>2</sup>	R\$ 4,94
87529	SINAPI	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PR EPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	R\$ 36,09
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 135,18</b>

Fonte: Elaboração própria, 2023.

**Figura 46 – Gráfico do comparativo de preços dos sistemas de vedação**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Através da análise pode se observar uma vantagem em relação ao custo para o sistema *drywall* quando se comparado ao sistema de alvenaria cerâmica, sendo o custo por metro quadrado do *drywall* correspondente a 74,7% do valor total do sistema em alvenaria cerâmica.

Outra situação que não foi analisada, mas impacta consideravelmente no custo da parede de vedação em alvenaria cerâmica é a necessidade da execução de viga baldrame e fundação para a sustentação da mesma, tendo em vista que para o sistema *drywall* utilizado isso não se faz necessário, com isso a diferença entre os valores aumentaria ainda mais.

### 4.3 Indicador de Razão Unitária de Produtividade (RUP)

Segundo Anido e Sousa (2022), ao se tratar de obras de pequeno porte, a opção com maior predominância para sistemas de vedação é o convencional. No entanto, a busca por métodos menos artesanais levou muitas empresas do ramo de construção civil a adotarem mecanismos de construção a seco, considerando que sua montagem oferece uma melhora na produtividade dos sistemas executivos (Fleury, 2014, *apud* ANIDO e SOUSA, 2022, p. 13).

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2017) afirma que a produtividade é a relação entre a quantidade de recursos demandados e quantidade de produtos realizados.

Conforme apresentado pela CBIC (2017), ao se tratar da mão de obra, é adotado um indicador de produtividade unitária (RUP), conforme apresentada pela equação 5.

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \quad (5)$$

onde Hh é a quantidade de homens-hora de trabalho e QS é a quantidade de serviço produzido.

O indicador RUP pode ser apresentada de duas maneiras:

- Cumulativa: representa o esforço da mão de obra em momentos bons e ruins de produção, útil principalmente para orçamentos pois diz respeito ao desempenho global de serviço;
- Potencial: está associada a produção não intermitente do serviço. Apresenta dados que seriam ideais e é útil, principalmente, para definição de equipes.

#### 4.3.1 Metodologia

Para efeito de comparação de produtividade serão utilizados coeficientes de produção, medidos por tempo, em horas, para produção de 1 m<sup>2</sup> de cada um dos sistemas de vedação vertical, fornecidos pela SINAPI (2023).

#### 4.3.2 Resultados obtidos

Os comparativos de desempenho na produtividade entre os sistemas foram dados a partir da soma da carga horária para a produção total do serviço, incluindo-se toda a mão de obra utilizada, sendo pedreiro, pintor, montador ou servente.

Os resultados são apresentados pela figura 47.

**Figura 47 – Quadro de coeficiente de produtividade da mão de obra para execução dos sistemas de vedação vertical interna**

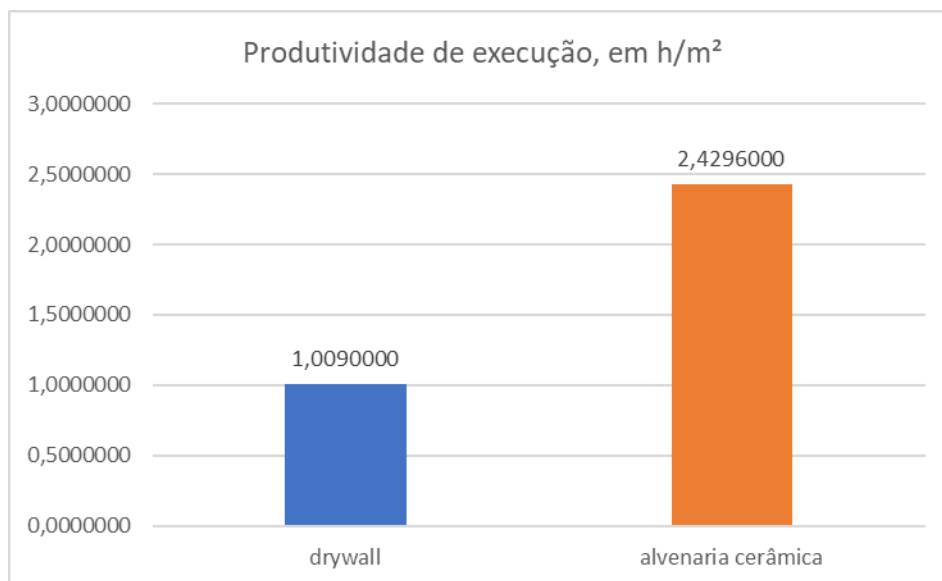
	Item	Pedreiro, pintor ou montador (h/m <sup>2</sup> )	Servente (h/m <sup>2</sup> )
Drywall	96358	0,5449000	0,1362000
	88495	0,2459000	0,0820000
<b>Total (h/m<sup>2</sup>) :</b>		<b>1,0090000</b>	
Alvenaria cerâmica	103342	1,1300000	0,5650000
	87878	0,0681000	0,0255000
	87529	0,4700000	0,1710000
<b>Total (h/m<sup>2</sup>):</b>		<b>2,4296000</b>	

Fonte: Adaptado de SINAPI, abril 2023.

Os serviços oferecidos para *drywall* estão especificadas na representação analítica dos itens 96358 e 88495 no capítulo 4.2.1.1. Já os serviços aplicados na execução da alvenaria cerâmica estão dispostos na representação analítica dos itens 103342, 87878, e 87529, presente no capítulo 4.2.1.2 deste trabalho.

A comparação de produtividade entre sistemas pode ser verificada na figura 48.

**Figura 48 – Gráfico do comparativo da produtividade dos sistemas de vedação vertical**



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Através da figura 48 é possível notar que em sistemas de *drywall* a velocidade executiva é largamente superior quando comparada com método convencional de alvenaria cerâmica, onde, para execução de uma mesma área de vedação, o sistema *drywall* utilizaria apenas 41,5% do tempo total que seria gasto caso se optasse pelo uso de alvenaria cerâmica. Essa redução de tempo somada ao menor custo do sistema de *drywall*, apresentaria boa diminuição dos custos e por conseguinte, aumento dos lucros por parte do construtor.

#### 4.4 Carregamento

Dentro das diversas fases existentes na realização de uma obra, há um grande destaque para a excelência no projeto e execução da etapa estrutural. Este estágio tem influência no comportamento que a estrutura terá ao decorrer dos anos e implica diretamente no atendimento do seu tempo de vida útil, ao qual foi projetada.

Segundo Costa (1997, *apud* ALBUQUERQUE, 1999, p. 10) a evolução do processo construtivo inicia-se pela qualidade dos projetos. O projeto estrutural, individualmente, corresponde com a maior representatividade no custo total de uma obra, variando de 15% a 20%. Isto significa que, melhorar a concepção estrutural a fim de reduzir 10% do custo desta etapa, implica também numa diminuição de 2% do custo total, valor correspondente, em média, ao custo total da etapa de pintura, por exemplo.

Sabe-se que quanto maior o carregamento em um projeto estrutural, maior será o dimensionamento dos elementos responsáveis pela sua sustentação, implicando no aumento do consumo de materiais e, por conseguinte, aumento dos custos.

Usualmente, ao utilizar de alvenaria cerâmica para sistemas de vedação, os projetistas buscam apoiá-las em elementos rígidos de sustentação, como as vigas, a fim de evitar que essa carga (consideravelmente alta) implique diretamente em elementos mais deformáveis, que é o caso das lajes.

Com intuito de entender o efeito que os sistemas de vedação internos de alvenaria cerâmica e *drywall* acarretam nas estruturas, a ABNT NBR 6120 (2019) fornece dados de carregamento para cada m<sup>2</sup> desses sistemas, conforme apresentado pela figura 49 e figura 50.

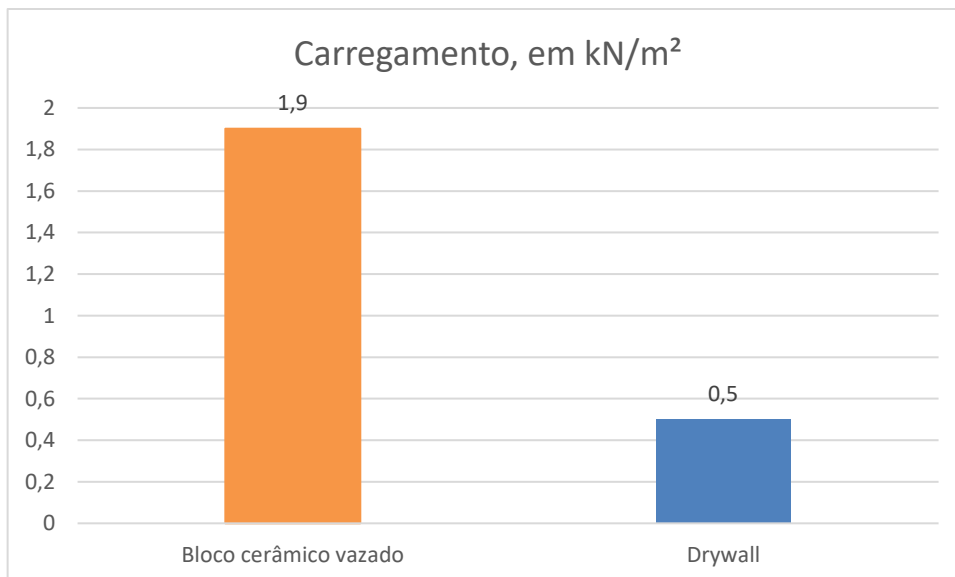
**Figura 49 – Quadro de carga gerada pelos sistemas de vedação**

Sistema de vedação	Espessura do elemento (cm)	Espessura do revestimento (cm)	Carga (kN/m <sup>2</sup> )
Bloco cerâmico vazado	14	2	1,9
Drywall	7 a 30	-	0,5

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 6120, 2019.

A norma define como composição do sistema *drywall*: montantes metálicos, quatro chapas de 12,5mm de espessura cada e isolamento acústico em lã de vidro ou lã de rocha com 50 mm de espessura.

A composição da norma, no entanto, é diferente da qual tem sido analisada ao decorrer deste trabalho, pois avalia o carregamento para sistemas com o dobro de chapas ao qual foi proposto. Entretanto, isso acarreta na aplicação de carga majorada ao qual possuiria caso fosse composta por duas chapas, logo, em favor do atendimento de segurança. Dessa forma, entende-se que a utilização de uma chapa para cada um dos lados do sistema geraria uma carga de carregamento inferior à de 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

**Figura 50 – Gráfico do carregamento gerado pelos sistemas de vedação**

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Sendo assim, o carregamento para cada metro quadrado de *drywall* equivale a 26,3% do carregamento para mesma área de alvenaria cerâmica, o que certamente implicaria numa redução de custos nesta etapa da obra, além de dar liberdade aos projetistas, sem que haja necessidade de sempre haver um elemento rígido para suportá-la.

#### 4.5 Resultados

A partir dos dados obtidos ao decorrer do capítulo 4 deste trabalho, pode-se observar, dentro dos parâmetros e critérios avaliados, o desempenho do *drywall* quando comparado à alvenaria cerâmica, conforme apresentado pela figura 51.

**Figura 51 – Quadro dos resultados comparativos**

Critérios	Resistência ao fogo (minutos)	Isolamento térmico - transmitância (W/m <sup>2</sup> K)	Isolamento acústico (dB)	Custo (R\$/m <sup>2</sup> )	Produtividade (horas/m <sup>2</sup> )	Carregamento (kN/m <sup>2</sup> )
<i>Drywall</i>	30,0	0,31	44,0	101,03	1,009	0,5
Alvenaria cerâmica	240,0	1,90	45,0	135,18	2,427	1,9
Eficiência (%)	12,5	16,3	97,8	74,7	41,5	26,3

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Os resultados apresentados na figura 51 são referentes às melhores condições de uso do sistema para cada critério, sendo assim, para isolamento térmico de espessura de 115 mm com cavidade preenchida exclusivamente por ar e isolamento acústico com o uso do isolante, considerando sua máxima capacidade de eficácia.

## 5 VANTAGENS X DESVANTAGENS

Além dos resultados alcançados dentro dos critérios estabelecidos anteriormente, ainda há uma vasta gama de vantagens e desvantagens do uso do *drywall*, os quais não foram minuciosamente explorados neste trabalho, mas merecem a atenção do engenheiro e construtor.

### 5.1 Vantagens

- Estética, resultando em paredes lisas e planas, eliminando necessidade por regularização da superfície;
- Facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas, que acontecem simultâneas ao processo de montagem, não necessitando da quebra ou retrabalho;
- Não utiliza água no seu processo construtivo;
- Permite um canteiro mais limpo e organizado, além de gerar poucos resíduos;
- Ganho de área útil;
- Flexibilização do *layout* conforme necessidade do usuário.

### 5.2 Desvantagens

- Necessidade de previsão em projeto para aplicação de cargas pontuais, podendo ser necessário a utilização de reforços em madeira ou aço;
- Uso predominantemente interno, não sendo um material resistente quando submetido a intempéries;
- Etapa de execução exige conhecimento e prática do montador, podendo ser difícil de encontrar mão-de-obra com tais habilidades;
- Barreira cultural de difícil penetração.

## 6 CONCLUSÃO

Através da realização do presente trabalho, foi possível comprovar que o sistema *drywall* em gesso acartonado evoluiu de um sistema apenas inovador e futurista, tornando-se a melhor opção quando comparada à alvenaria convencional.

O sistema apresentou larga superioridade nos critérios de avaliação de desempenho para isolamento térmico, de custo, produtividade e diminuição do carregamento. Nos critérios de desempenho acústico, o *drywall* (com uso do isolante térmico) demonstra resultados muito próximos aos de alvenaria cerâmica, porém, é extremamente desvantajoso ao se tratar da resistência ao fogo.

Em destaque está o fator executivo, sendo o *drywall* 2,5 vezes mais rápido do que a alvenaria cerâmica, tendo em vista que a execução desta se dá em duas frentes (assentamento e revestimento), enquanto o sistema de *drywall* exige uma frente única (instalações), mitigando o acarretamento de atraso em obras.

Sugere-se também pesquisas futuras tratando do desempenho quanto à estanqueidade entre estes mesmo dois sistemas, ao qual, não foi possível encontrar dados que fossem de confiabilidade ou satisfatórios para este critério.

Contudo, é importante salientar que sejam disseminados estudos comparativos em todo o âmbito da engenharia civil, de maneira que seus resultados impliquem diretamente na quebra de paradigmas e barreiras culturais existentes.

As universidades, por sua vez, como formadora de profissionais deste ramo, precisam fornecer sistematicamente ao engenheiro durante todo seu processo de formação o conhecimento suficiente de novas tecnologias, métodos e materiais, para que possuam voz ativa ao ingressarem no mercado de trabalho, e não apenas repliquem o que já se conhece.

Além disso, a carência de informações gera um mercado construtivo cada vez mais resistente, onde, através da divulgação de informações resultantes de pesquisas precisas e criteriosas é possível quebrar padrões e oferecer ao usuário e construtor um leque mais amplo de escolhas para suas construções.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT. **ABNT NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT. **ABNT NBR 14715-1**: Chapas de gesso para *drywall*. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. **ABNT NBR 15217**: Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT. **ABNT NBR 15220-1**: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **ABNT NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Componentes e elementos construtivos das edificações – Resistência e transmitância térmica – Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). Rio de Janeiro, 2023.

ABNT. **ABNT NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT. **ABNT NBR 15575-3**: Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2021.

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

ABNT. **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, 2009.

ALBUQUERQUE, Augusto Teixeira. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado**. 1999. Dissertação (mestrado em engenharia) Universidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: [https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/14280/material/1999ME\\_Augusto%20Teixeira%20Albuquerque.pdf](https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/14280/material/1999ME_Augusto%20Teixeira%20Albuquerque.pdf). Acesso em: 22 mai. 2023.

ANIDO, Ana Carolina Picinato; SOUSA, Priscila Santanda. **Análise técnica e financeira dos sistemas de vedação em *Drywall* e alvenaria convencional aplicados a um edifício residencial**. 2022. Monografia. Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/237335/anido\\_acp\\_sousa\\_ps\\_tcc\\_quara.pdf?sequence=10&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/237335/anido_acp_sousa_ps_tcc_quara.pdf?sequence=10&isAllowed=y). Acesso em: 22 mai. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*. **Desempenho de parede *drywall* x parede de alvenaria.** [s. l.]. 2018a. Disponível em: <https://drywall.org.br/blogabdrywall/desempenho-de-parede-drywall-x-parede-de-alvenaria/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*. **Manual Desempenho Acústico Em Sistemas Drywall.** São Paulo. 2018b. Disponível em: <https://drywall.org.br/manuais/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*. **Manual de projetos de sistemas de *drywall*.** [s. l.]. 2006. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5093018/mod\\_folder/content/0/drywall\\_manualdeprojeto\\_jul\\_.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5093018/mod_folder/content/0/drywall_manualdeprojeto_jul_.pdf?forcedownload=1). Acesso em: 22 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*. **Manual De Segurança Contra Incêndio De Paredes Drywall.** São Paulo. 2018c. Disponível em: <https://drywall.org.br/manuais/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

BARBOSA, Elcivone Maria de Lima. **Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e *drywall*.** Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 1, n. 10, p.1-21, dez. 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/19300775-Analise-comparativa-entre-alvenaria-em-bloco-ceramico-de-vedacao-e-drywall.html>. Acesso em: 25 set. 2022.

BARROS, Mercia Maria Boturra. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** São Paulo. Ago. 1996. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05072017-090939/publico/MerciaMSBdeBarros\\_T.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05072017-090939/publico/MerciaMSBdeBarros_T.pdf). Acesso em: 07 abr. 2023.

CANARINHO. **Bloco Cerâmico 14x19x29cm - Canarinho.** Disponível em: <https://www.canarinhoconstrucao.com.br/material-basico/blocos-e-tijolos/bloco-ceramico-14x19x29cm>. Acesso em: 8 jun. 2023.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil.** Brasília-DF, v. 1, 2017. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Manual\\_Basico\\_de\\_Indicadores\\_de\\_Produtividade\\_na\\_Construcao\\_Civil\\_2017.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Manual_Basico_de_Indicadores_de_Produtividade_na_Construcao_Civil_2017.pdf). Acesso em: 23 mai. 2023.

CBPMESP - Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica nº 09 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.** 2019. Disponível em: [http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci\\_publicacoes2/lib/file/doc/IT-09-19.pdf](http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/lib/file/doc/IT-09-19.pdf). Acesso em: 10 mai. 2023.

CÊRAMICA ROQUE. **Manual: Norma De Desempenho ABNT NBR 15575.** [s. l.]. 2019. Disponível em: <https://www.ceramicaroque.com.br/web/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

CUNHA, Alessandra M.; ABITANTE, André L.; LUCIO, Caroline S.; *et al.* **Construção Civil**. Porto Alegre: SAGAG, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595020498/>. Acesso em: 25 set. 2022.

ERCIO, Thomaz; FILHO, Cláudio V. M.; CLETO, Fabiana da Rocha; *et al.* **Código de práticas nº1: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009. Disponível em: [https://www.ipt.br/download.php?filename=113-Codigo\\_de\\_Praticas\\_n\\_01.pdf](https://www.ipt.br/download.php?filename=113-Codigo_de_Praticas_n_01.pdf). Acesso em: 23 mai. 2023.

GUIMARÃES, *et al.*, Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação *drywall* e alvenaria convencional- estudo de caso / *Comparison of physical and financial characteristics between drywall sealing systems and conventional masonry - case study*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 48760–48775, mai. 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n5-330. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/29830>. Acesso em: 25 set. 2022.

HOLANDA, E. P. T. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais**: diretrizes para o treinamento da mão de obra. 2003. Dissertação (mestrado em engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18112003-104024/publico/Final4.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2023.

KAZMIERCZAK, Claudio de Souza. Produtos de Cerâmica Vermelha. *In*: INO, Akemi; LAVERDE, Albenise; KIRCHHEIM, Ana Paulo; *et al.* **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais**. 3ª Edição. São Paulo: Ibracon, 2017, p. 575-597.

LEROY MERLIN. **Bloco Cerâmico Vedação 14x19x29cm Cerâmica Nova Conquista | Leroy Merlin**. Disponível em: <[https://www.leroymerlin.com.br/bloco-ceramico-vedacao-14x19x29cm-ceramica-nova-conquista\\_89247214?region=grande\\_sao\\_paulo#caracteristicas-tecnicas](https://www.leroymerlin.com.br/bloco-ceramico-vedacao-14x19x29cm-ceramica-nova-conquista_89247214?region=grande_sao_paulo#caracteristicas-tecnicas)>. Acesso em: 8 jun. 2023.

MITIDIERI, Cláudio. **Drywall no Brasil: Reflexões Tecnológicas**. Associação Brasileira do *Drywall*. São Paulo. 2018. Disponível em: <https://drywall.org.br/blogabdrywall/drywall-no-brasil-reflexoes-tecnicas-2/>. Acesso em: 22 mar. 2023.

MUZZI, Thassiana Armond. **Método de avaliação da resistência e transmitância térmicas do sistema de fechamento em *Light Steel Framing***. 2014. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/4708/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_M%c3%a9todosAvalia%c3%a7%c3%a3oResist%c3%aancia.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/4708/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_M%c3%a9todosAvalia%c3%a7%c3%a3oResist%c3%aancia.pdf). Acesso em: 16 mai. 2023.

PLACO SAINT-GOBAIN. **Sistemas placostil: Manual de especificação e instalação.** [s. l.]. Fev. 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/566549988/Manual-Placostil>. Acesso em: 07 abr. 2023.

SABBATINI, F. H., FRANCO, L. S., BARROS, M. M. S. B. Tecnologia de vedações verticais. **Departamento de engenharia de construção civil.** 1997. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2760927>. Acesso em: 07 abr. 2023.

SANTOS, A. F. **A história e origem do *drywall*: Drywall** no mundo e no Brasil. [s. l.]. 2018. Disponível em: <<https://brasildrywall.blogspot.com>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

SÃO JORGE. **Tijolo Imperial 9 Furos 14 X 19 X 29 - São Jorge.** Disponível em: <<https://atacadosaojorge.com.br/produto/tijolo-imperial-9-furos-14-x-19-x-29/>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

SILVA, Amanda Vieira e. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará – da extração da matéria-prima à fabricação.** 2009. Monografia. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2009. Disponível em: [http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2009/Analise%20do%20Processo%20Produtivo%20dos%20Tijolos%20Ceramicos%20no%20Estado%20do%20Ceara.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2009/Analise%20do%20Processo%20Produtivo%20dos%20Tijolos%20Ceramicos%20no%20Estado%20do%20Ceara.pdf). Acesso em: 22 mai. 2023.

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil 1.** Caixa Econômica Federal. Abril, 2023. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_664](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_664). Acesso em: 23 mai. 2023.

TAGLIABOIA, Luís Claudio. **Contribuição ao estudo de sistemas de vedação auto portante: a alvenaria estrutural com blocos de encaixe.** 2010. 198 f. Dissertação (Pós-graduação em Metodologia Científica e Projeto) - Lato Sensu de Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído do Instituto Federal de São Paulo - IFSP, São Paulo, 2010. Disponível em: [https://www.sicablocos.com.br/tese\\_defendida.pdf](https://www.sicablocos.com.br/tese_defendida.pdf). Acesso em: 20 mar. 2023.

TANIGUTI, Eliana Kimie. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** 1999. 293 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14112001-163706/publico/tdefinal.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

## APÊNDICE A - RESISTÊNCIA TÉRMICA E TRANSMITÂNCIA TÉRMICA

No APÊNDICE A são apresentados os cálculos de resistência e transmitância térmica para a espessura definida no item 1 da Figura A.1, com diferentes preenchimentos das cavidades interiores, conforme apresentado na Figura A.2 e esquematizado na Figura A.3. Para isso será utilizado o método de cálculo do Caminho Paralelo conforme descrito no capítulo 4.1.2.1.2, em materiais com propriedades conforme apresentadas na Figura A.4. A distância entre os montantes será de 600mm.

**Figura A. 1 – Quadro de espessura de paredes de sistema *drywall***

Itens	Designação das paredes conforme norma ABNT NBR 15758	Espessura total da parede (mm)	Largura total da estrutura (mm)	Distância entre os montantes (mm)	Altura máxima entre fixações para montantes simples (m)	Quantidade de chapas	Espessura das chapas (mm)
1	73/48	73	48	600	2,50	2	12,5
7	95/70	95	70	600	3,00	2	12,5
13	115/90	115	90	600	3,50	2	12,5

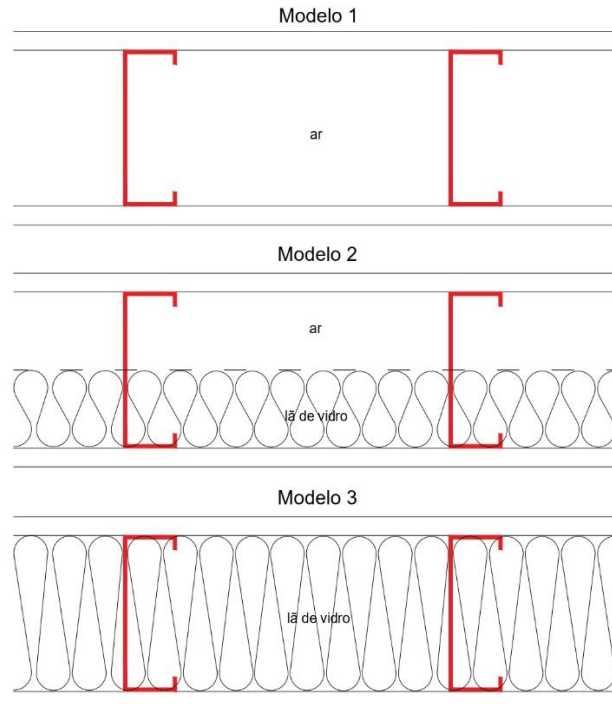
Fonte: Adaptado de CBPMESP, 2019.

**Figura A. 2 Variação do preenchimento da cavidade para a espessura do sistema analisada**

Espessura total da parede (m)	Soma da espessura das placas internas e externas (m)	Cavidade preenchida por espessuras e (m)			
		Apenas ar (modelo1)	Combinando (modelo2)		Apenas isolante (modelo3)
			50% ar	50% isolante	
0,073	0,025	0,048	0,024	0,024	0,048

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Figura A. 3 – Diferentes preenchimentos da cavidade para cálculo da resistência térmica



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Figura A. 4 – Quadro de condutividade térmica e espessura dos materiais utilizados na análise térmica de fechamento de sistema *drywall*

Material	espessura e (m)	Condutividade Térmica (W/mK)
Gesso acartonado (ga)	0,0125	0,35
Perfil de aço (aço)	0,00095	55
Lã de vidro (lv)	variável	0,045
Ar (ar)	variável	0,0263

Fonte: Adaptado de: NBR 15220-2; Clarke, 1985; UFSC, 2006; Rodrigues, 2006; Incropera, 2008, *apud* MUZZI, 2014.

### A.1 - Método do Caminho Paralelo

$$R_{\text{caminho paralelo}} = R_{pp} = \frac{1}{\left(\frac{A_{\text{pontetérmica}}}{\Sigma R_{\text{pontetérmica}}}\right) + \left(\frac{A_{\text{cavidade}}}{\Sigma R_{\text{cavidade}}}\right)} \quad (\text{A.1})$$

$$A_{\text{pontetérmica}} = \frac{t}{L} = \frac{0,00095}{0,6} = 0,001583 \text{ m}^2 \quad (\text{A.2})$$

$$A_{cavidade} = 1 - \frac{t}{L} = 1 - \frac{0,00095}{0,6} = 0,998417 \text{ m}^2 \quad (\text{A.3})$$

$$R_{pontet\u00e9rmica} = \frac{2 \cdot e_{ga}}{\lambda_{ga}} + \frac{e_{a\zeta o}}{\lambda_{a\zeta o}} = \frac{2 \cdot 0,0125}{0,35} + \frac{0,00095}{55} = 0,071446 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad (\text{A.4})$$

$$R_{cavidade,modelo1} = \frac{2 \cdot e_{ga}}{\lambda_{ga}} + \frac{e_{ar}}{\lambda_{ar}} = \frac{2 \cdot 0,0125}{0,35} + \frac{0,048}{0,0263} = 1,896524 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad (\text{A.5})$$

$$R_{cavidade,modelo2} = \frac{2 \cdot e_{ga}}{\lambda_{ga}} + \frac{e_{ar}}{\lambda_{ar}} + \frac{e_{lv}}{\lambda_{lv}} = \frac{2 \cdot 0,0125}{0,35} + \frac{0,024}{0,0263} + \frac{0,024}{0,045} =$$

$$R_{cavidade,modelo2} = 1,517309 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad (\text{A.6})$$

$$R_{cavidade,modelo3} = \frac{2 \cdot e_{ga}}{\lambda_{ga}} + \frac{e_{lv}}{\lambda_{lv}} = \frac{2 \cdot 0,0125}{0,35} + \frac{0,048}{0,045} = 1,138095 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad (\text{A.7})$$

Substituindo as equa\u00e7\u00f5es A.2, A.3, A.4, e A.5 na equa\u00e7\u00e3o A.1, tem-se a resist\u00eancia t\u00e9rmica total ( $R_{pp,modelo1}$ ):

$$R_{pp,modelo1} = \frac{1}{\left(\frac{0,001583}{0,071446}\right) + \left(\frac{0,998417}{1,896524}\right)} = 1,822814 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad (\text{A.8})$$

$$U_{modelo1} = \frac{1}{R_{pp,modelo1}} = \frac{1}{1,822814} = 0,548602 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \quad (\text{A.8})$$

Substituindo as equa\u00e7\u00f5es A.2, A.3, A.4, e A.6 na equa\u00e7\u00e3o A.1, tem-se a resist\u00eancia t\u00e9rmica total ( $R_{pp,modelo2}$ ):

$$R_{pp,modelo2} = \frac{1}{\left(\frac{0,001583}{0,071446}\right) + \left(\frac{0,998417}{1,517309}\right)} = 1,470210 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad (\text{A.9})$$

$$U_{modelo2} = \frac{1}{R_{pp,modelo2}} = \frac{1}{1,470210} = 0,680175 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \quad (\text{A.8})$$

Substituindo as equações A.2, A.3, A.4, e A.7 na equação A.1, tem-se a resistência térmica total ( $R_{pp,modelo3}$ ):

$$R_{pp,modelo3} = \frac{1}{\left(\frac{0,001583}{0,071446}\right) + \left(\frac{0,998417}{1,138095}\right)} = 1,111819 \frac{m^2K}{W} \quad (A.9)$$

$$U_{modelo3} = \frac{1}{R_{pp,modelo3}} = \frac{1}{1,111819} = 0,899427 \frac{W}{m^2K} \quad (A.10)$$