

**ALESSANDRA DANIELLA THAIS DE CARVALHO VALÉRIO**

**Panorama atual do uso do sistema de drywall para edifícios  
residenciais**

São Paulo  
(2019)

**ALESSANDRA DANIELLA THAIS DE CARVALHO VALÉRIO**

**Panorama atual do uso do sistema de drywall para edifícios  
residenciais**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Especialista em  
Tecnologia e Gestão na Produção de  
Edifícios.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Ceotto

São Paulo  
(2019)

**ALESSANDRA DANIELLA THAIS DE CARVALHO VALÉRIO**

**Panorama atual do uso do sistema de drywall para edifícios  
residenciais**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Especialista em  
Tecnologia e Gestão na Produção de  
Edifícios.

Área de Concentração: Tecnologia da  
Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Ceotto

São Paulo  
(2019)

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

### Catálogo-na-publicação

Valerio, Alessandra D. T. C.

Panorama atual do uso do sistema de drywall para edifícios residenciais /  
A. D. T. C. Valerio -- São Paulo, 2019.  
96 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.drywall 2.Inserção de inovações na construção civil I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

VALERIO, A. D.T.C. **Panorama atual do uso do sistema de drywall para edifícios residenciais.** 2019. 96p. Especialização Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Dedico este trabalho ao meu querido e amado esposo.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao excelente profissional e professor Luiz Henrique Ceotto, pela disposição ao compartilhar o seu extenso conhecimento, pela orientação e por incentivar o meu constante aprendizado.

Ao meu esposo, pelo amor, apoio e incentivo.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa trajetória.

“Não é o crítico quem conta; não o homem que aponta como o homem forte tropeça, ou onde o fazedor de ações poderia ter feito melhor. O crédito pertence ao homem que está realmente na arena, cujo rosto é marcado por poeira, suor e sangue; que se esforça bravamente; quem erra, que fica aquém de novo e de novo, porque não há esforço sem erro e falta; mas quem realmente se esforça para fazer os atos; quem sabe grandes entusiasmos, as grandes devoções; quem se dedica a uma causa digna; quem sabe, no final, o triunfo da grande realização, e quem, no pior, se falha, pelo menos falha ao ousar muito, para que seu lugar nunca seja com aquelas almas frias e tímidas que nem conhecem a vitória nem a derrota”.

(Theodore Roosevelt)

## RESUMO

Os usuários finais das edificações estão cada vez mais críticos com relação ao produto adquirido, principalmente quanto ao desempenho dos sistemas adotados. Informações como as características dos materiais, e requisitos mínimos de conforto e qualidade, estão cada vez mais acessíveis tanto para especialistas quanto para usuários finais. Já os investidores imobiliários tem procurado cada vez mais investir em empreendimentos com o maior retorno sobre o investimento possível, o que instiga um mercado cada vez mais competitivo para as construtoras.

Vislumbrando o aumento dessa competitividade com o foco em custo-benefício, e o aumento da necessidade do mínimo de conforto, a luz da revisão e implementação de normas brasileiras, que estabelecem um mínimo como parâmetros para o desempenho do sistema, abre-se o campo para o uso de novas tecnologias. Será contemplado nesse trabalho a tecnologia da construção a seco, que está em crescente análise e uso como sistema auxiliar ou principal instalado nas construções. Dentre as principais características do sistema a seco Drywall estão os requisitos de prazos, atendendo a grande demanda por moradias, simultaneamente com o melhor custo benefício a curto e a longo prazo. Serão também analisados entraves como a mão de obra direta (instaladores) e indireta (projetistas), que contemplam importante papel na inserção de inovações tecnológicas, porém a maioria desses especialistas possuem o conhecimento prático e teórico das tecnologias construtivas tradicionais.

Sendo assim, se faz necessário um trabalho com foco para compreender sobre as tecnologias, e os fatores que estão relacionados com essas tecnologias, no aspecto de viabilidade técnica e econômica, e planejamento global dos processos e envolvidos. Para atingir o objetivo dessa pesquisa, é desenvolvido um panorama para investidores, especialistas e estudiosos sobre a inserção do sistema drywall na construção civil. A pesquisa está desenvolvida em análises frente às informações apresentadas no mercado da construção civil, literatura nacional especializada na construção a seco.

Ao final do trabalho levanta-se a necessidade de pesquisas que auxiliem na gestão e planejamento da inserção de inovações tecnológicas, pois há tendências e indutores de novas tecnologias para a construção civil, mas não podemos realizar os

mesmos planejamentos e processos baseados nas tecnologias construtivas tradicionais.

Palavras-Chave: Dywall. Sistema construtivo industrializado. Sistema construtivo a seco. Comparativo alvenaria. Construção tradicional. Viabilidade econômica.

## **ABSTRACT**

The end users of the buildings are increasingly critical regarding the product acquired, mainly regarding the performance of the systems adopted. Information such as the characteristics of the materials, and minimum requirements for comfort and quality, are increasingly available to both experts and end users. Investors in real estate have increasingly sought to invest in projects with the highest return on investment, which instigates an increasingly competitive market for construction companies.

By looking at the increase in competitiveness with a focus on cost-benefit, and increasing the need for minimum comfort, in the light of the revision and implementation of Brazilian standards, which establish a minimum as parameters for system performance, the field for the use of new technologies. Will be contemplated in this work the technology of dry construction, which is in increasing analysis and use as an auxiliary or main system installed in buildings. Among the main features of Drywall drywall systems are the deadline requirements, meeting the high demand for housing, simultaneously with the best cost benefit in the short and long term. Obstacles such as direct labor (installers) and indirect (designers), which play an important role in the insertion of technological innovations, will be analyzed, but most of these specialists have practical and theoretical knowledge of traditional constructive technologies.

Therefore, a focused work is needed to understand the technologies, and the factors that are related to these technologies, in the aspect of technical and economic viability, and global planning of the processes and involved. To reach the objective of this research, a script is developed for investors, specialists and scholars on the insertion of the drywall system in civil construction. The research is developed in analyzes of the information presented in the construction market, national literature specialized in dry construction.

At the end of the work the need for researches that help in the management and planning of the insertion of technological innovations is raised, as there are tendencies and inducers of new technologies for the civil construction, but we can not carry out the same plans and processes based on the traditional constructive technologies .

Keywords: Drywall. Industrialized construction system. Dry construction system. Comparative masonry. Traditional construction. Economic viability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo simplificado da fabricação da placa de gesso acartonado .....	13
Figura 2: Fluxograma simplificado do processo de produção de placas de gesso acartonado .....	14
Figura 3: Esquema do layout de fabricação de placas de gesso acartonado .....	14
Figura 4: Características dos perfis metálicos para o sistema Drywall.....	19
Figura 5: Distribuição de fabricantes por região (%) .....	22
Figura 6: Passagem de instalações dentro da parede de drywall .....	26
Figura 7: Considerações para cálculo da resistência mecânica do drywall.....	40
Figura 8: Energia incidente .....	42
Figura 9: Efeito Massa - mola -massa.....	43
Figura 10: Desempenho acústico entre sistemas.....	44
Figura 11: Fatores impactantes no custo final dos sistemas de vedação e revestimento.....	50
Figura 12: Comparativo de custos dos sistemas de fachada .....	51
Figura 13: Placas para fachada a base de gesso .....	52
Figura 14: Placas para fachada a base de cimento .....	53
Figura 15: Estruturação e chapa de drywall .....	57
Figura 16: Interface entre drywall e subsistemas .....	58
Figura 17: Sistemas de impermeabilização.....	59
Figura 18: Juntas de dilatação .....	59
Figura 19: Estruturação para vão de porta.....	60
Figura 20: Plaqueamento na região da porta .....	61
Figura 21: Hierarquia do processo e marcos de paredes de drywall.....	63
Figura 22: Descarregamento de paletes e transporte paleteiro.....	66
Figura 23: Carrinho paleteiro para drywall .....	68
Figura 24: Carregamento do caminhão na fábrica .....	69
Figura 25: Chegada do caminhão aberto e içamento dos paletes até o andar .....	69
Figura 26: Transporte dentro do andar.....	70
Figura 27: Recomendações para armazenamento das placas de drywall .....	71
Figura 28: Fluxograma de reciclagem de gesso.....	76
Figura 29: Esquema do fluxo da logística reversa da Placo do Brasil.....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores de vida útil de projeto (VUP) .....	34
Tabela 2: Resistências térmicas.....	37
Tabela 4: Valores indicativos do índice de redução sonora ponderado para alguns sistemas de paredes .....	39
Tabela 5: Tendências - placas de drywall .....	47

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Histórico da margem de lucro da construtora e de risco ao longo do tempo .....	11
Gráfico 2: Evolução do consumo de drywall no Brasil em milhões de m <sup>2</sup> (1995-2013) .....	20
Gráfico 3: Consumo de drywall nos países por m <sup>2</sup> por habitante em 2013 .....	21
Gráfico 4: Fabricantes de Light Steel Frame e Drywall por região (%).....	22
Gráfico 5: Capacidade produtiva em 2017 .....	23
Gráfico 6: Uso de Drywall por segmento.....	24

Gráfico 7: Produção de Drywall por segmento e região (%) .....	24
Gráfico 8: Desempenho com e sem manutenção .....	33
Gráfico 9: Pressão atmosférica .....	42
Gráfico 10: Isolamento <i>versus</i> espessura da parede .....	45

### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Exemplo de tipos de chapas de gesso comercializadas no Brasil .....	18
Quadro 2: Normas de drywall vigentes no Brasil.....	36
Quadro 3: Fórmula utilizada para cálculo da altura .....	40
Quadro 6: Principais sistemas de fachada LSF.....	54
Quadro 4: Cronograma da preparação do local .....	64
Quadro 5: Cronograma das tarefas de execução do Drywall.....	65

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Justificativa.....	7
1.2. Objetivos.....	8
1.3. Métodos de pesquisa.....	8
1.4. Estrutura do Trabalho.....	9
2. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS INSERIDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL DE EDIFICAÇÕES.....	10
2.1. Implantação e consolidação de novas tecnologias.....	10
2.2. O edifício industrializado.....	10
3. DRYWALL.....	12
3.1. Construção a seco.....	12
3.2. Início do Drywall.....	12
3.3. Sistema Drywall.....	12
3.4. Processo de fabricação das chapas.....	13
3.5. Componentes do sistema.....	15
3.5.1. Chapas de gesso.....	15
3.5.2. Perfis metálicos em aço galvanizado.....	18
4. ECONOMIA E RISCOS.....	20
4.1. Mercado do Drywall.....	20
4.2. Custos.....	24
4.2.1. Diretos.....	24
4.2.2. Indiretos.....	26
4.3. Riscos.....	28
4.3.1. Variações dos custos ao longo do tempo.....	28
4.3.2. Análise da cadeia produtiva.....	29
4.3.3. Análise do processo de produção do produto.....	30
5. DESEMPENHO.....	32
5.1. Normatização e programas de qualidade.....	32
5.2. Drywall - qualificação e norma de desempenho.....	35
5.3. Drywall - Produto, Projeto e Execução.....	36
5.4. Desempenho do Drywall.....	37
5.5. Interfaces com subsistemas.....	45
6. TENDÊNCIAS DO DRYWALL E INDUTORES.....	47
6.1. Inovações tecnológicas.....	47
6.2. Indutores - painéis leves para vedação de fachada.....	49
7. CANTEIRO DE OBRAS.....	55
7.1. Planejamento da obra.....	55
7.1.1. Drywall - Considerações para a elaboração dos projetos para produção 55	
7.2. Sustentabilidade.....	73
7.2.1. Conceitos principais.....	73
7.2.2. O uso do Drywall no edifício sustentável.....	74
7.3. Destinação final.....	76
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
8.1. Conclusões do trabalho.....	78
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	80



## 1. INTRODUÇÃO

A transformação constante socioeconômica brasileira, e a competitividade entre as empresas para superar os desafios de produtividade, qualidade e atendimento às normas nacionais vigentes, resultaram no constante aperfeiçoamento e busca por edificações com o melhor custo – benefício para o segmento, ao qual o empreendedor está atuando.

O volume necessário para a entrega de unidades habitacionais no território nacional é ascendente, resultando no crescente consumo de recursos e insumos para a construção civil. Nesse cenário, há o aumento da oferta de inovações tecnológicas para a construção civil, para atender a demanda de qualidade, produtividade e custo do empreendimento. A construção a seco, como o sistema drywall, está abrangendo cada vez mais o mercado brasileiro para atender a demanda de construções com velocidade, produtividade, desempenho e custo.

Os fornecedores dessas novas tecnologias apresentam soluções de produtos que impactam o processo de construção, já que os benefícios mensuráveis resultam de análises sistêmicas, desempenho e planejamento do projeto. Porém, tanto os engenheiros e arquitetos quanto a mão de obra direta, em sua maioria, possuem embasamento e conhecimento de instalação, planejamento, logística, custos, e visão sistêmica de soluções tradicionais.

Para tanto, o conhecimento além da visão somente técnica do sistema drywall, se faz necessário à abrangência da abordagem como um panorama e considerações acerca do tema, como o seu impacto nos custos do empreendimento, atendimento ao desempenho, visão de mercado, e indutores de inovações.

### 1.1. Justificativa

A pertinência do trabalho reside no fato de que, no segmento da construção civil, a especificação de sistemas construtivos é identificada como uma das etapas de projeto com significativa influência na redução do impacto econômico, e ambiental das edificações. Segundo BARROS (1998), a vedação vertical representa de 3% a 6% do custo do edifício, porém possui grande impacto nos demais sistemas e tecnologias elencadas, otimizando processos e a utilização de insumos e recursos para a construção. Outro fator agravante é o aumento de passivos técnicos em obras imobiliárias resultante de fatores como a aceleração de processos de projeto e

a desqualificação da mão de obra, resultando numa manutenção precoce em edifícios.

O sistema construtivo industrializado visa à redução de custos, porém estudos indicam que entre os entraves para a implementação de novas tecnologias como o Drywall, estão a falta da visão sistêmica da inserção da solução, considerando todo o processo de planejamento e ciclo de vida do produto, além de uma sistematização de procedimentos<sup>1</sup>.

## 1.2. Objetivos

- 1.2.1. **Geral:** Desenvolver um panorama do sistema construtivo a seco Drywall, para a compreensão e visão sistêmica e para a inserção dessa tecnologia em edificações da construção civil.

## 1.3. Métodos de pesquisa

### 1.3.1. Pesquisa bibliográfica:

- 1.3.1.1. Publicações técnicas nacionais e internacionais, revistas especializadas, normas acerca do tema de construção a seco, e informações publicadas de fabricantes relacionado com a tecnologia do sistema drywall.
- 1.3.1.2. Foco em temas relacionados:
- 1.3.1.3. Inovações tecnológicas;
- 1.3.1.4. Uso de Drywall na construção civil;
- 1.3.1.5. Assuntos correlacionados com a inserção de processos mecanizados no canteiro de obras;
- 1.3.1.6. Desempenho e principais considerações do sistema drywall.

### 1.3.2. Determinação dos principais tópicos por relevância e relacionados ao objetivo

### 1.3.3. Análises e descrição das conclusões do trabalho

---

<sup>1</sup> In: ROCHA, Ana Paula. Impacto construtivo. **Construção Mercado**. São Paulo, 129, p.40-47, abr. 2012.

#### 1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em oito capítulos.

No primeiro capítulo, o leitor é situado no ambiente em que será desenvolvido o trabalho introduzindo-se a sua importância, justificativa e motivação do seu desenvolvimento.

O segundo capítulo aborda os fatores relacionados com a inserção de inovações tecnológicas na construção civil, através da chamada “construção seca”, bem como os entraves, e a falta de visão sistêmica do setor quanto aos benefícios do uso dessas inovações tecnológicas.

O terceiro capítulo apresenta informações técnicas do sistema drywall, desde o seu surgimento, processo de fabricação e principais componentes do sistema.

No quarto capítulo são inseridas análises acerca do desenvolvimento do sistema drywall no mercado brasileiro e internacional, o potencial de crescimento e a oferta do produto. Discute também os riscos, custos diretos e indiretos da incorporação desse sistema nas construções, em curto e longo prazos, além de seu impacto no processo de produção da construtora.

Desempenho, normatização e considerações para projeto de drywall são relacionados no quinto capítulo.

O desenvolvimento de novas tecnologias em drywall, e as suas principais características, são apresentadas no capítulo sexto, bem como as principais tendências que estão permeando o mercado brasileiro.

No sétimo capítulo, é mostrada a etapa do planejamento no canteiro de obras, essencial para a verificação das atividades, desde a contratação, ficha de verificação de serviço, cronograma e interação com o fornecedor, do pedido de material ao armazenamento.

No oitavo capítulo, apresenta-se a conclusão do trabalho com as considerações finais.

E por último, o capítulo nono sintetiza as principais referências bibliográficas.

## **2. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS INSERIDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL DE EDIFICAÇÕES**

### **2.1. Implantação e consolidação de novas tecnologias**

O método construtivo industrializado visa o aumento significativo da produtividade, à redução de custos, a redução de resíduos, além de incrementar qualidade de desempenho da construção. Estudos feitos por Oliveira (2013), indicam que entre os entraves para a implementação de novas tecnologias na construção civil estão à falta da visão sistêmica do ciclo de vida do produto, e de uma sistematização de procedimentos. A decisão em projeto de materiais utilizados na construção civil possui grande impacto no empreendimento e conseqüentemente no setor social, econômico e ambiental.

Atualmente, no Brasil, observa-se a consolidação dos processos construtivos industrializados em uma faixa restrita de obras, limitada praticamente às obras industriais e de infraestrutura. Entretanto, tem sido percebida a implantação de tecnologias industrializadas em obras residenciais e comerciais ultimamente.

A disponibilidade no mercado de novas soluções como materiais, processos, softwares e ferramentas de gerenciamento, proporciona e incentiva a inserção de inovações tecnológicas, resultando em obras racionalizadas e produtivas, sem mitigar a qualidade do produto empreendido e, viabilizando o custo e prazo (JUNIOR; AMARAL, 2008).

### **2.2. O edifício industrializado**

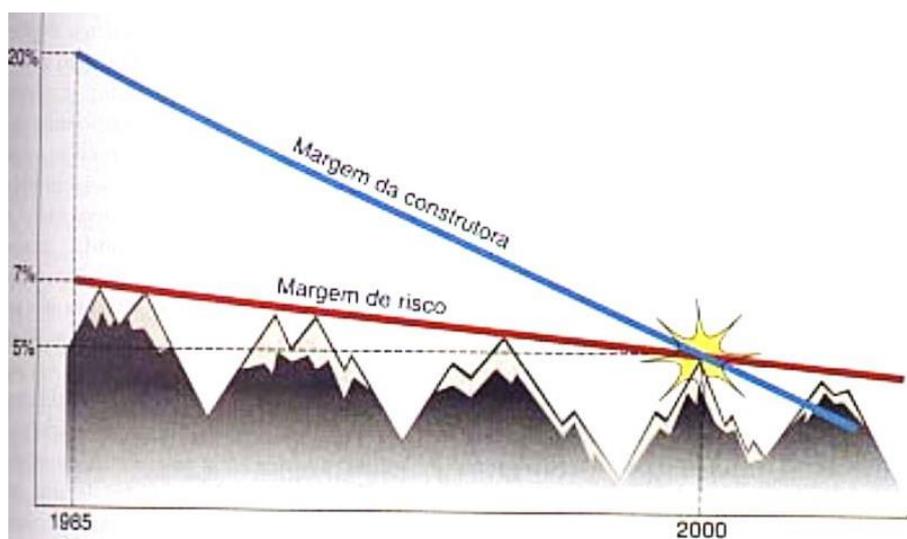
O sucesso de um projeto na construção civil é baseado no atendimento de seus objetivos, que estão vinculados ao atendimento do escopo, custo, prazo e qualidade. A reestruturação dos processos da construção civil aproxima-se da necessidade intrínseca de um sistema fabril, onde o desempenho e custos da produção devem ser essencialmente planejados e executados com o menor desperdício de recursos possíveis (insumos e mão de obra).

A mitigação de riscos na construção civil visa à segurança do trabalho, a redução de atividades penosas e a produtividade, e o edifício industrializado apresenta-se como a alternativa assertiva, e para tal os subsistemas industrializados utilizados nesse edifício farão com que o resultado atenda aos desempenhos desejados.

A tendência é o aumento da produtividade na construção do edifício industrializado, pois o planejamento, inserção de novas tecnologias, padronização de procedimentos, interligado com o desempenho do usuário, demonstra-se como o caminho para um projeto rentável.

Segundo uma publicação na revista *Construção Mercado* (2009), o cenário da construção civil apresentava um confortável resultado que absorvia as perdas, como falta de uma gestão adequada e de tecnologia. Atualmente, a limitação de recursos econômicos, e o aumento da exigência de desempenho das edificações, estão transformando o setor, direcionando-o para a análise e inserção de melhoria nos procedimentos e tecnologias utilizadas, fortalecendo a busca por um edifício cada vez mais industrializado (POUBEL, GUARDIA, QUALHARINI, 2005)

Gráfico 1: Histórico da margem de lucro da construtora e de risco ao longo do tempo



Fonte: BOCCHILE, 2009

O gráfico acima representa a alta margem de lucro das construtoras na década de 60, e a sua queda linear ao longo do tempo, e em comparação a leve queda da margem de risco, resultado da lenta introdução de equipamentos e materiais, que diminuiram os riscos de processos artesanais. Durante o período do gráfico, as construtoras atingiam um lucro confortável, que absorviam as perdas de um planejamento ineficiente e de tecnologias tradicionais. Ao longo do tempo a competitividade no setor da construção civil aumentou, limitando a viabilidade econômica do negócio, gerando um esforço das construtoras em melhorarem o planejamento, racionalização, e materiais para se desenvolverem no mercado.

### 3. DRYWALL

#### 3.1. Construção a seco

A construção a seco é um processo construtivo com o uso mínimo ou quase nulo de água como insumo da construção. O sistema constitui-se por elementos pré-fabricados como placas, perfis metálicos leves e acessórios, montados com parafusos e massas.

O drywall é um sistema autoportante, utilizado em forros, revestimentos e paredes não estruturais, com alto desempenho ao fogo, aos impactos, à ação da umidade, ao conforto térmico e acústico (isolação e absorção) (PLACO DO BRASIL, 2014).

#### 3.2. Início do Drywall

As placas de gesso surgiram em 1894, quando foram patenteadas pelo americano Augustine Sackett e Fred L. Kane. Porém, somente a partir da década de 1940 que o sistema foi utilizado em construções nos Estados Unidos e países europeus (COSTA, 2015), devido principalmente à demanda por habitações, surgida após a segunda guerra mundial. E somente a partir da década de 1970 que o gesso acartonado começou a ser utilizado no Brasil, e a sua industrialização no país a partir da década 1990.

#### 3.3. Sistema Drywall

O sistema é constituído por placas de gesso, perfis metálicos galvanizados, parafusos, massas, fitas e acessórios, e a sua flexibilidade para composição do sistema permite o desempenho tanto para obras novas quanto para reformas nos diversos segmentos e mercados. Atualmente possui três principais categorias, denominadas de paredes, forros e revestimentos (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2006). O processo de execução do Drywall, resulta num ambiente construído com esquadro e com planicidade, e conseqüentemente facilita a instalação de imóveis, pisos e decorações no ambiente.

A montagem do sistema (massa – mola – massa) permite um alto desempenho acústico, e a acuracidade dimensional dos componentes, e a precisão da instalação, permite a execução de uma vedação com o mínimo necessário de espessura total.

Além da flexibilidade do layout com as vedações em Drywall, a superfície é lisa e plana sem a necessidade de camadas de regularização.

Em comparação ao sistema convencional, as paredes de drywall são bem mais finas do que as convencionais, cerca de 12 cm de espessura para a parede de drywall e, cerca de 20 cm em média para as paredes em alvenaria. Ou seja, o usuário final ganha o benefício de 5% a 8% de área útil interna do apartamento (CEOTTO, 2018).

### 3.4. Processo de fabricação das chapas

As placas de drywall são formadas por uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas camadas de papel cartão, através de um processo de laminação, conforme exemplificação da figura abaixo:

Figura 1: Processo simplificado da fabricação da placa de gesso acartonado

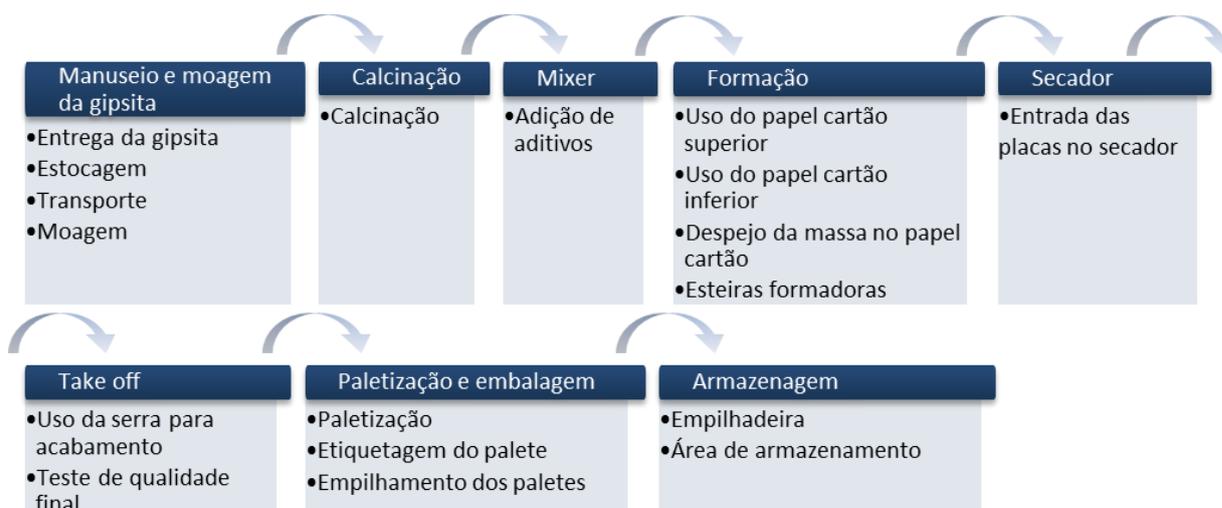


Fonte: Acervo da autora

O gesso em pó é resultado da moagem e calcinação da gipsita, minério de cálcio, um sulfato de cálcio hemihidratado, cuja fórmula química é representada como  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  (BARBOSA, FERRAZ, SANTOS, 2014).

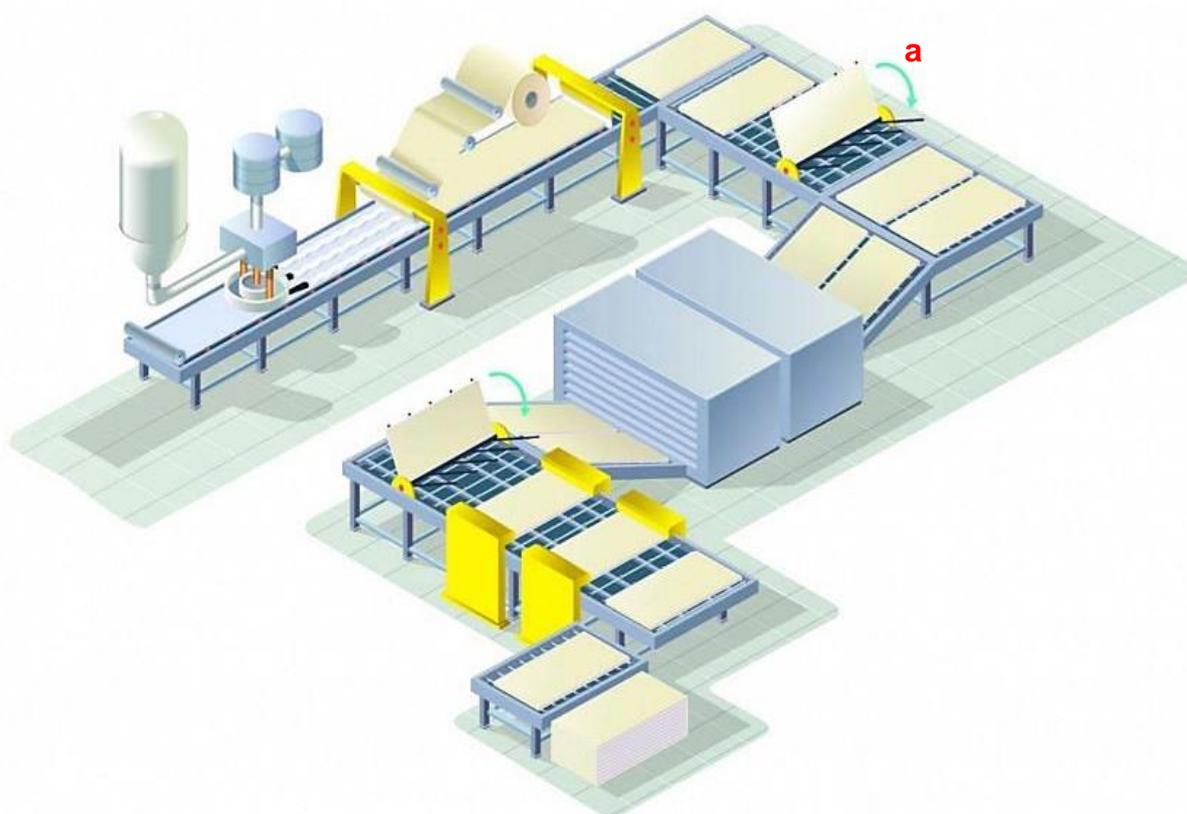
As chapas de gesso devem ser produzidas de acordo com as normas vigentes. A moldagem do gesso passa pelos processos de adição e retirada de água, e as dimensões das placas estão relacionadas com o processo de fabricação, como o corte e a secagem das placas, onde os equipamentos possuem dimensões e capacidades máximas para viabilizar a qualidade da produção. A figura abaixo apresenta um fluxograma simplificado das etapas de transformação do minério gipsita até a armazenagem das placas de gesso, e em seguida a figura esquemática do layout de fábrica.

Figura 2: Fluxograma simplificado do processo de produção de placas de gesso acartonado



Fonte: acervo da autora

Figura 3: Esquema do layout de fabricação de placas de gesso acartonado



Fonte: BRITISH GYPSUM, 2014.

A esteira possui dimensões para a fabricação de chapas com a largura final de 1,20m, e a placa possui o máximo comprimento de 3m devido a fatores como resistência das placas para a movimentação entre um equipamento e outro (movimentação indicada com a letra “a” na figura acima), e a própria capacidade dos

equipamentos em movimentar, secar e embalar as placas. Após o depósito da mistura da massa, composta de gesso com água e aditivos, no papel, essa placa irá passar pelo processo de cura. Antes de passar pelo processo da reação exotérmica de endurecimento, a placa irá passar por um trecho com dois feixes posicionados somente na extremidade da esteira, em ambos os lados, resultando os rebaixos laterais nas placas (borda rebaixada - relacionada com o tratamento de juntas).

O comprimento total da esteira na fábrica de gesso acartonado é uma linha reta, e essa distância é calculada de acordo com o tempo de secagem inicial necessário para a cura da placa de gesso. Quando a placa está ainda em processo de secagem, num determinado trecho da esteira, a guilhotina posicionada irá determinar o comprimento da placa (borda de topo ou borda reta), isso ocorre de acordo com tempo do ciclo de corte da guilhotina, programada e calculada a partir da velocidade da rolagem da esteira.

### **3.5. Componentes do sistema**

#### **3.5.1. Chapas de gesso**

As chapas de gesso são constituídas por papel cartão, gesso e aditivos. O papel cartão oferece a resistência à tração que a placa pode ser submetida, e mantém o desempenho do sistema quando a placa é parafusada nos perfis (por exemplo, caso a cabeça do parafuso ultrapasse totalmente o papel cartão, o sistema perde a resistência desempenhada pela fixação da placa).

Apesar das semelhanças nos processos de fabricação, há diferentes tipos de chapas disponibilizadas no mercado, para diversas finalidades. Nos exemplos abaixo, aditivos adicionados na massa, conferem características diferenciadas para as chapas, que quando instaladas no sistema de Drywall, irão apresentar desempenhos específicos, por exemplo:

- Placas com alta resistência mecânica: a placa Impact (fornecida pela fabricante Placo do Brasil, grupo Saint-Gobain) ou a placa Hardboard (fornecida pela fabricante KNAUF), com adição de fibra de vidro em devidas quantidades, possuem resistências ao impacto de corpo duro, e a resistência quanto às cargas de cisalhamento e de momento com os objetos pendurados. Se comparados às placas padrões conhecidas no mercado como ST

(standard), as placas de alta resistência promovem alto desempenho mecânico para o sistema.

- Placas com resistência à umidade (RU): utilizadas em áreas úmidas, a adição de aditivos como o silicone na composição, promove a resistência da chapa quanto à absorção de água inferior a 5%, comparado às placas padrões ST (absorção de água em torno de 35%). Essa característica de absorção da placa RU é prevista na norma ABNT NBR 14.715-1:2010 – Chapas de gesso para Drywall – Requisitos.
- Placas com alto desempenho para o isolamento acústico: A placa Phonique (fornecida pela fabricante Placo do Brasil, grupo Saint-Gobain) ou a placa Phonik (fornecida pela fabricante KNAUF), possuem em seu núcleo de gesso a alta densidade, conferindo mais massa por m<sup>2</sup> para a placa. Por exemplo, em média o peso de uma placa Standard é de 8,5kg/m<sup>2</sup>, enquanto que essas placas acústicas possuem cerca de 12kg/m<sup>2</sup>. Tanto a placa Phonique quanto a placa Phonik, quando aplicadas em paredes e forros, proporcionam maior desempenho de isolamento acústico, e que conseqüentemente são maiores que as placas padrões ST (standard).

No mercado brasileiro, em geral, há placas padrões ST (standard) de gesso acartonado com espessuras de 6mm; 9,5mm; 12,5mm e 15mm.

#### 3.5.1.1. Placas de 6mm

As placas com espessura de 6mm são geralmente importadas pelos fabricantes, mantidas em estoque para distribuição regional. Podem ser utilizadas para conformar curvas em paredes, forros e revestimentos. Por exemplo, são indicadas para o revestimento de pilares redondos, devido principalmente pela facilidade de encurvar as chapas, cuja espessura permite uma certa flexibilidade de trabalhabilidade de trechos com curvatura, sem danificar o desempenho do sistema.

#### 3.5.1.2. Placas RF

Devido à sua composição de sulfato de cálcio, as placas de gesso acartonado são intrinsecamente resistentes ao fogo, porém cada tipo de placa possui desempenhos

diferenciados. Por exemplo, para atendimento ao tempo requerido de resistência ao fogo de 120 min (IT 08 do Corpo de Bombeiros), atualmente, é necessária a utilização de placas resistentes ao fogo (RF) com espessura de 15mm, que possuem maior concentração de gesso e fibras de vidro na sua composição. As tipologias, como a espessura e o número de chapas, e o espaçamento entre os montantes, devem ser especificados de acordo com requisitos de TRRF e a altura da parede a ser vencida. Para tal devem ser consultadas as informações nos catálogos dos fabricantes e na Instrução Técnica número 08 do Corpo de Bombeiros de São Paulo.

#### 3.5.1.3. **Placas ST**

A placa de gesso standard, com a espessura de 12,5mm, é atualmente a mais utilizada no mercado brasileiro. No Brasil, o gesso acartonado começou a ser inserido no mercado, principalmente por meio do consumo do sistema para aplicação em forros. A placa ST 12,5mm está entre as placas mais utilizadas, pois a maioria dos ambientes executados em Drywall, são para vedações internas em áreas secas.

No quadro abaixo, exemplifica-se alguns tipos de placas e principais aplicações fornecidas no mercado brasileiro.

Quadro 1: Exemplo de tipos de chapas de gesso comercializadas no Brasil

Tipo	Código	Aplicação
Standard	ST	Paredes, forros e revestimentos Áreas secas
Resistente à umidade	RU	Paredes, forros e revestimentos Áreas úmidas
Resistente ao fogo	RF	Paredes, forros e revestimentos Áreas secas Principal desempenho: resistência ao fogo
Placa Phonique	PPH	Paredes, forros e revestimentos Áreas secas Principal desempenho: isolamento acústico
Placa Impact	PIP	Paredes, forros e revestimentos Áreas secas Principal desempenho: resistência a impactos e cargas
Placa 4PRO	PPR	Paredes, forros e revestimentos Áreas secas Principal desempenho: acabamento
Glasroc H	GR-H	Paredes, forros e revestimentos Áreas úmidas Principal desempenho: alta resistência à umidade e incombustível

Fonte: Adaptado pela autora, website: Placo do Brasil

### 3.5.2. Perfis metálicos em aço galvanizado

Os perfis de aço utilizado no sistema de drywall são chapas de aço galvanizado (classe de galvanização Z 275) e conformado a frio, com a espessura mínima de 0,50 mm, conforme ABNT NBR 15.217.

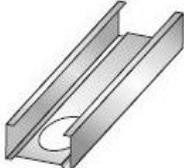
Ambos os perfis, guias e montantes, para o sistema drywall, devem possuir a espessura mínima de 0,5 mm (Programa Setorial da Qualidade). No mercado brasileiro há espessuras maiores de perfil, como de 0,95mm, que são calculados pelos projetistas no caso do uso das paredes como sistemas estruturais, também chamado de sistema light steel frame.

As guias são perfis que possuem a função de guiar, definir e estruturar a locação das paredes ou revestimentos de drywall e, são aplicadas no piso e no teto com a utilização de fixadores, as características dos fixadores dependem do tipo de

superfície que o drywall será instalado. Usualmente, nas edificações padrões de mercado, são utilizados parafusos e buchas de nylon número 06. Entre a superfície da guia e os elementos rígidos (piso e teto) é utilizada a banda acústica (fita com superfície adesiva de polietileno expandido) que confere ao sistema maior desempenho ao isolamento acústico, por preencher os espaços vazios entre as superfícies rígidas.

Os montantes, por meio da sua conformação, são enrijecidos, e são utilizados na vertical para posicionar a fixação das placas de gesso. Os montantes possuem perfurações para a passagem de tubulações, instalações como sistemas hidráulicos e elétricos. Em muitos casos será necessário realizar outros furos nos montantes para a passagem de instalações, além dos furos já fornecidos pelo modelo de fábrica. É possível realizar esses furos adicionais, com equipamentos simples como serra copo, desde que o diâmetro do furo não ultrapasse a alma do montante (enrijecimento para manter a estabilidade do montante. Alguns fornecedores indicam um intervalo mínimo de 10 cm entre os furos ao longo do comprimento do montante. Apesar de não oferecido pelos fornecedores do sistema drywall, o mercado brasileiro utiliza protetores de montantes (fornecidos pela própria indústria especializada em produtos para sistemas hidráulicos), que podem auxiliar na proteção do sistema, evitando danificações por contato entre os sistemas.

Figura 4: Características dos perfis metálicos para o sistema Drywall

Tipo de perfil	Desenho	Código	Dimensões nominais (mm)	Utilização
Montante (formato de 'C')		M 48	48/35	Paredes, forros e revestimentos
		M 70	70/35	
		M 90	90/35	
Tipo de perfil	Desenho	Código	Dimensões nominais (mm)	Utilização
Guia (formato de 'U')		G 48	48/28	Paredes, forros e revestimentos
		G 70	70/28	
		G 90	90/28	

Fonte: ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2006.

## 4. ECONOMIA E RISCOS

### 4.1. Mercado do Drywall

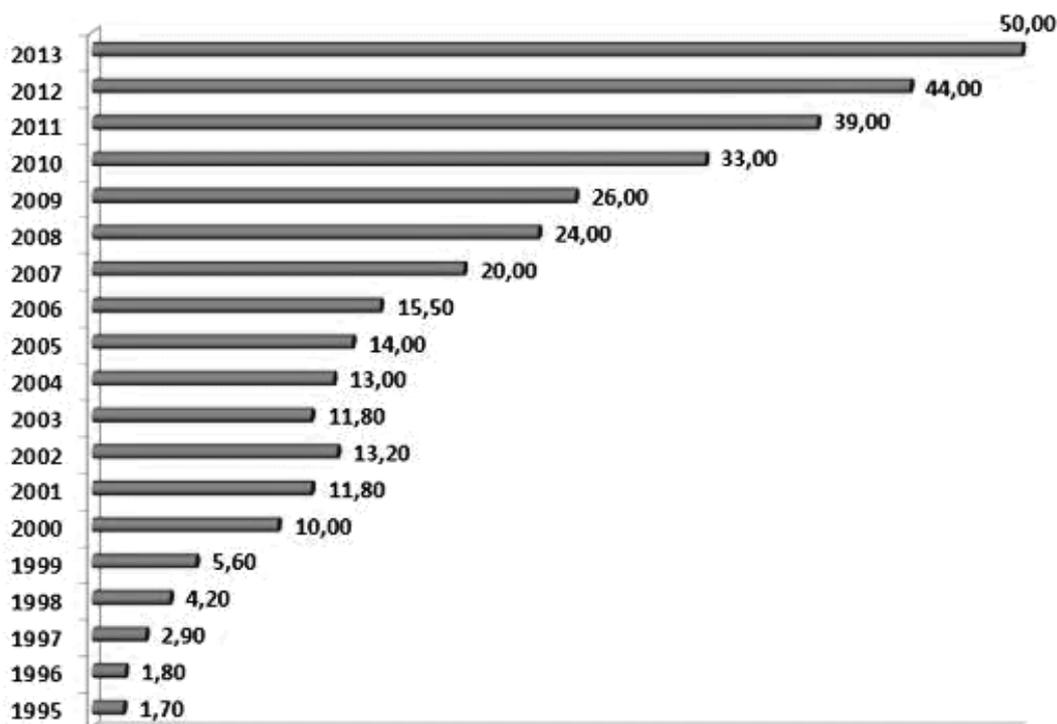
Apesar da sua chegada ao Brasil por volta da década de 70, as placas de gesso acartonado começaram a expandir expressivamente a partir da década de 90, com o advento das instalações das fábricas no Brasil (Lafarge, Placo e Knauf).

O crescimento da utilização do drywall, no início da fabricação das chapas no Brasil era irrisório, e começou a ser expressivo a partir da primeira década do século 21.

Em meados de 2010 o boom imobiliário, benefícios percebidos do sistema drywall como a possibilidade de plantas flexíveis, e a parceria entre fornecedores e construtoras, impulsionaram o consumo do drywall. O drywall teve a sua inserção predominante nos segmentos comerciais, e em residenciais de alto padrão (VALOR ECONÔMICO, 2010).

No gráfico abaixo apresenta-se a evolução do consumo de chapas de gesso acartonado no Brasil.

Gráfico 2: Evolução do consumo de drywall no Brasil em milhões de m<sup>2</sup> (1995-2013)

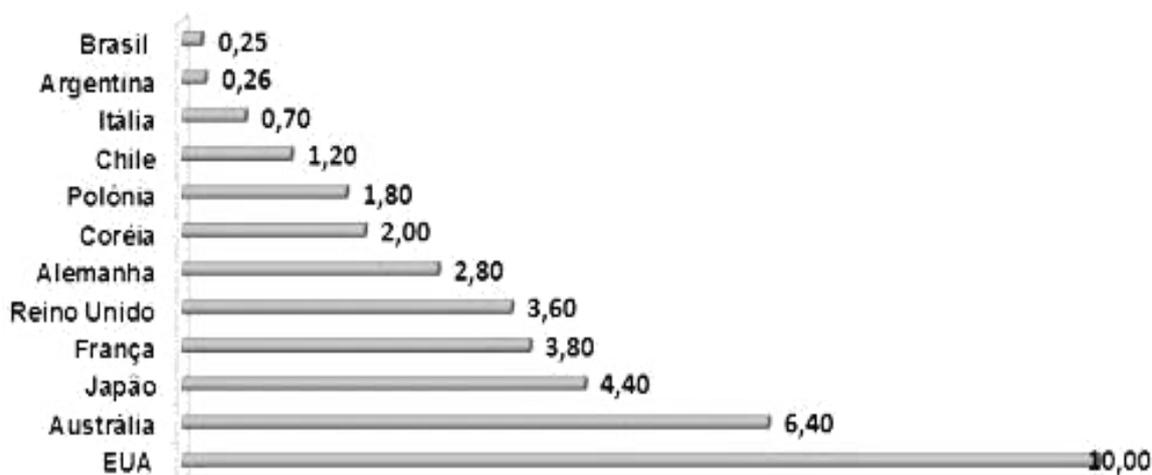


Fonte: ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2013.

Países desenvolvidos, como Estados Unidos da América, utilizam sistemas de construção a seco há décadas, principalmente pela necessidade de obras rápidas, oferta de tecnologia com custo benefício acessível, planejamento, e incentivo de investimentos no mercado. Conforme podemos observar no gráfico abaixo, o mercado dos EUA possui já em 2013, um alto índice de consumo por habitante, e apesar do crescimento ascendente do drywall no mercado brasileiro, o consumo por m<sup>2</sup> por habitante no ano de 2013, em relação aos outros países ainda continua ínfimo.

A diferença entre o consumo dos brasileiros, cerca de 0,25 de m<sup>2</sup> por habitante, para 10m<sup>2</sup> por habitante dos EUA, demonstra que o mercado brasileiro de construção a seco ainda possui um vasto potencial de crescimento.

Gráfico 3: Consumo de drywall nos países por m<sup>2</sup> por habitante em 2013



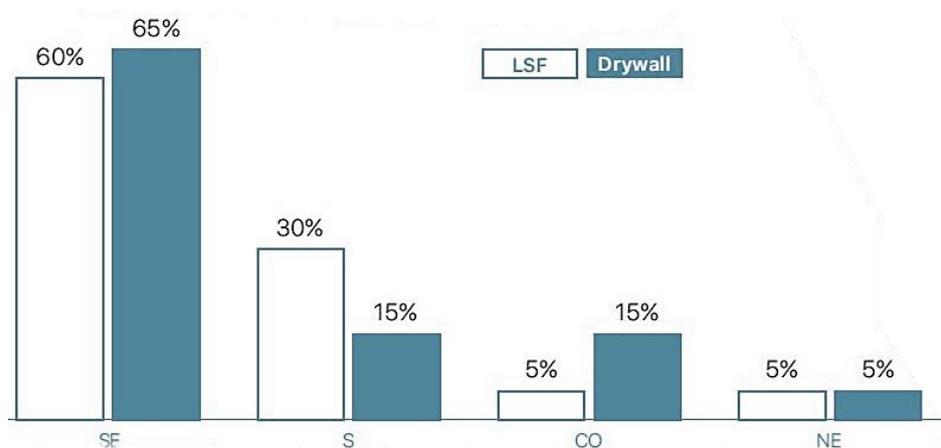
Fonte: ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2013.

#### 4.1.1. Distribuição dos fabricantes no território nacional

Apesar da estimativa do consumo de drywall por habitante a nível nacional, o território brasileiro apresenta particularidades geográficas, econômicas, culturais e sociais, para o desenvolvimento, a fabricação e a utilização dessa tecnologia nas edificações.

Segundo o relatório do CBCA (2018), a cada 3 fabricantes de perfis, 2 estão localizados na região Sudeste.

Gráfico 4: Fabricantes de Light Steel Frame e Drywall por região (%)



Fonte: CBCA, 2018.

Figura 5: Distribuição de fabricantes por região (%)

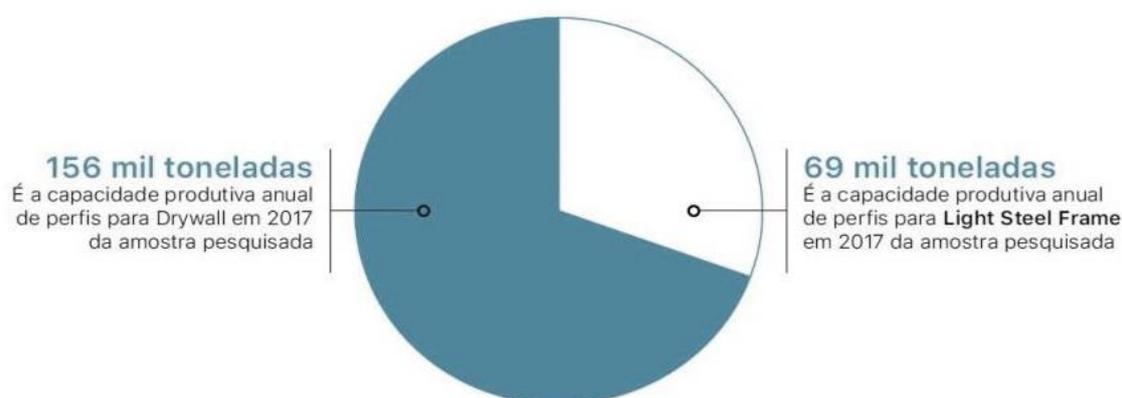


Fonte: CBCA, 2018.

Apesar da fonte da matéria-prima do gesso acartonado, o minério gipsita, estar atualmente localizado em Araripina (PE), no nordeste brasileiro, o gráfico e a figura acima apresentam que a maior concentração dos fabricantes das placas e dos perfis encontram-se na região Sul e Sudeste do Brasil.

Um dos fatores para a escolha da localização das fábricas, pode ser atribuída ao fato da concentração de potencial do mercado consumidor, contribuindo com o acesso a essas tecnologias e para a construção das edificações.

Gráfico 5: Capacidade produtiva em 2017



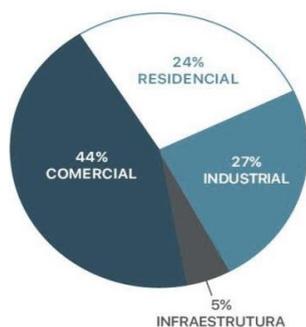
Fonte: CBCA, 2018.

O Brasil possui 3 principais fabricantes de gesso acartonado, e 3 principais fabricantes de perfil que encontram-se no Programa Setorial da Qualidade do Drywall (PSQ). Além da comprovação para a fabricação de produtos com a mínima qualidade, a capacidade produtiva brasileira é alta e atende ao atual mercado com certa folga. O gráfico acima apresenta o número de 156 mil toneladas de Drywall, ou seja, em 2017 representou milhões de metros quadrados de placas para suprir com as demandas nas construções.

#### 4.1.2. Perfis de Drywall por segmento

Além da diferença da atuação atual do drywall por região brasileira, determinados segmentos rapidamente absorveram essa tecnologia. Atualmente no Brasil, o segmento comercial representa a maior fatia dentre os segmentos que constroem com o drywall, com cerca de 44% do consumo de perfis (CBCA, 2014). Quando a análise é segmentada por região, o Sul possui ênfase no segmento residencial, com quase 1/3 de sua produção de perfis (CBCA, 2014). Quando comparado às demais regiões, percebe-se um equilíbrio no Sul, quanto ao alcance do uso do drywall nos demais segmentos.

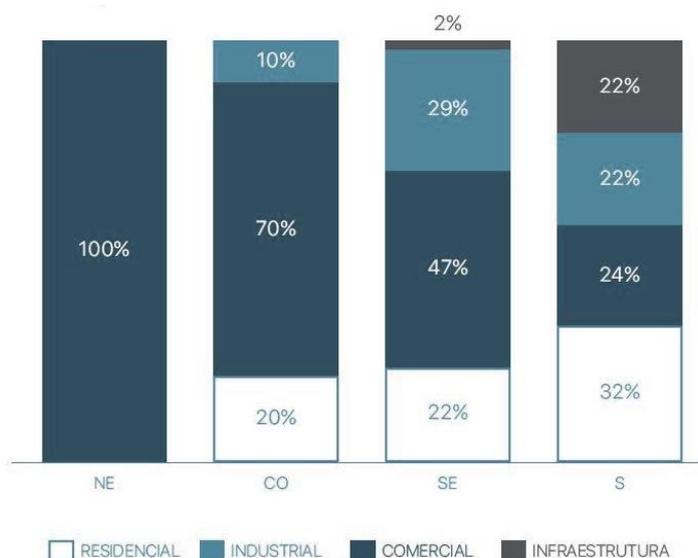
Gráfico 6: Uso de Drywall por segmento



Fonte: CBCA, 2018.

Um dos segmentos que apresentam os maiores desafios para a inserção do drywall é o residencial, o gráfico abaixo apresenta a região Sul com a maior aceitação, enquanto o nordeste não apresenta nenhuma produção.

Gráfico 7: Produção de Drywall por segmento e região (%)



Fonte: CBCA, 2018.

## 4.2. Custos

### 4.2.1. Diretos

#### 4.2.1.1. Instalação do sistema

O custo médio da mão de obra para instalação de Drywall é cerca de R\$45,00/m<sup>2</sup>, para a execução de uma parede pronta para pintura, considerando o valor na cidade de São Paulo em 2018.

Para contratação da mão de obra, deve-se considerar valores para reparo, desmontagem, serviços em curva, a jornada de trabalho, consideração das medições nos vãos, destinação de sobras de material, estadias, fornecimento de andaimes, balancins, descarga e transporte do material, aplicação de mastique (áreas úmidas), e marcação para aberturas no forro.

#### 4.2.1.2. **Custo de pintura**

Ambos os sistemas, drywall e alvenaria, precisam de certos tratamentos antes da pintura. As paredes de alvenaria precisam ser emassadas sobre o reboco antes da pintura. Em paredes de reboco o custo do emassamento (material e mão de obra) custam por volta de R\$ 14,00/m<sup>2</sup> (na cidade de São Paulo em 2018), pelo fato de serem mais irregulares e ásperas. No drywall esse mesmo serviço é cobrado por volta de R\$ 9,00/m<sup>2</sup> devido a camada mais fina (menos material e menos mão de obra) (CEOTTO, 2018).

Como temos uma média de 1,5 a 2,0 m<sup>2</sup> de paredes para cada m<sup>2</sup> de área construída e como as paredes precisam ser emassadas dos 2 lados, a economia nesse item é de R\$ 15 a 20/m<sup>2</sup> de área construída ou aproximadamente 0,5 a 0,8 % do custo total da obra (CEOTTO, 2018).

#### 4.2.1.3. **Manutenção e uso**

O Drywall é um sistema que por ser modular, industrializado, e montado a seco, permite a facilidade nas instalações, e reparos com a mínima interferência no ambiente. O sistema tende a todos os requisitos da norma de desempenho, vedações verticais internas, e possui excelente durabilidade. Cada solução deve ser aplicada nos ambientes recomendados por normas e fabricantes, resultando num uso eficiente do sistema.

Figura 6: Passagem de instalações dentro da parede de drywall



Fonte: <http://gessoparanasul.com.br>

#### 4.2.2. Indiretos

##### 4.2.2.1. Prazos de obras e desembolso

A utilização do drywall nas obras pode representar uma significativa redução no prazo dos empreendimentos, alguns estudos apresentados pelos fornecedores de drywall indicam que a redução no prazo pode ser cerca de 4 meses (INOVATEC, 2015).

O sistema de construção tradicional utiliza o empilhamento de blocos, como processo construtivo, enquanto que o sistema drywall é montado com o uso de chapas industrializadas, garantindo a precisão dimensional, rápida e com qualidade para a vedação.

Segundo Ceotto, a velocidade do drywall pode ser utilizada como vantagem competitiva para o empreendimento, e indica duas principais formas:

- Redução do prazo final da obra;
- Alongamento do perfil de desembolso (mantendo o prazo da obra).

“Para obras de 24 a 30 meses essa postergação de 40 % do desembolso total da obra (ou redução de prazo) pode ficar entre 4 a 6 meses, dependendo da altura do edifício”. E “para taxas de financiamento da ordem de 7% ao ano (juros reais, já descontado a inflação), isso pode significar um ganho de custo a valor presente de 2,2 a 3,6 % do custo total da obra” (CEOTTO, 2018).

#### 4.2.2.2. **Sistemas impactados**

##### 4.2.2.2.1. **Fundações**

Num edifício de estrutura reticulada de concreto armado, as paredes podem representar cerca de 25% do peso total do empreendimento. Em comparação a esse sistema, a parede de drywall pode pesar 70% menos. É possível uma redução de 15 a 20% do peso do edifício, ou seja, podendo chegar a uma redução de 10 a 20% no custo das fundações. Como geralmente a fundação representa de 5 a 10% do custo total da obra, a redução do custo total com a utilização do sistema drywall pode chegar de 0,5 a 2% do custo total da obra (CEOTTO, 2018).

##### 4.2.2.2.2. **Estruturas**

Como visto anteriormente, o uso do drywall pode representar uma redução de 15 a 20% do peso total da edificação. Dependendo da altura do produto final, isso pode impactar nos custos da estrutura, com uma redução de 8 a 15%. Como as estruturas podem representar de 15 a 22% do custo total do empreendimento, a inserção do sistema drywall na obra poderá reduzir o custo de 1,2 a 3,3% da obra (CEOTTO, 2018).

##### 4.2.2.2.3. **Sistemas prediais**

Numa vedação feita de alvenaria, para as instalações dos eletrodutos, caixinhas e quadros elétricos, é necessário quebrar parcialmente os blocos, como se fossem rasgos na parede. Antes do acabamento final da parede, esses rasgos (perda de material), terão que ser reconstituídos novamente em paredes planas, e após isso receberão acabamento, como emassamento e pintura.

A estimativa do custo desse retrabalho é da ordem de R\$15,00 a R\$20,00/m<sup>2</sup>, e como 2 m<sup>2</sup> de paredes representa 1m<sup>2</sup> de área construída, o custo do retrabalho será o dobro (R\$30,00 a R\$40,00/m<sup>2</sup>) por m<sup>2</sup> de área construída, ou seja, aproximadamente de 1 a 1,3% do custo total da obra (CEOTTO, 2018).

#### **4.2.2.2.4. Redução do custo de assistência técnica no pós-obra**

As paredes de alvenaria demandam um custo de assistência técnica pós-obra, nos primeiros 5 anos, de 2 a 3% do custo total da obra.

Já o sistema drywall, é constituído pela banda acústica entre guias, montantes e superfícies rígidas (absorve pequenas deformações e intensifica o desempenho acústico do sistema), o montante possui 1cm de afastamento da guia superior (permitindo pequenas movimentações), e a placa de drywall é afastada 1 cm do chão (evitando que os esforços incidam sobre as placas, e que a umidade não seja absorvida pela placa por capilaridade), conferindo resiliência ao sistema de drywall e, conseqüentemente mitigando praticamente para nulo o número de fissuras (CEOTTO, 2018).

De acordo com Ceotto, aproximadamente metade do custo de assistência técnica é para reparo de fissuras, no caso de sistema tradicional, sendo assim, o uso de drywall irá resultar numa economia de aproximadamente de 1% a 1,5% do custo total da obra.

#### **4.2.2.2.5. Redução do volume de entulhos a serem transportados para fora da obra**

Durante o processo de construção do sistema convencional, a geração de resíduo é da ordem de 200 a 250 litros de entulho por m<sup>2</sup> de área construída. Enquanto que no processo de construção a seco, a média é de 50 litros por m<sup>2</sup>.

Atualmente, o custo de remoção de entulho para cada caçamba de 5m<sup>3</sup> é aproximadamente de R\$350,00 (São Paulo), sendo assim a economia é da ordem de R\$10,5 a R\$14,00 por m<sup>2</sup> de área construída, representando cerca de 0,35 a 0,47% do custo total da obra (CEOTTO, 2018).

### **4.3. Riscos**

#### **4.3.1. Variações dos custos ao longo do tempo**

O projeto padrão de um edifício residencial, no mercado brasileiro, possui um cronograma médio de 24 meses para a sua construção. A fase da execução dos serviços é repleta de riscos, devido as variáveis que a obra está sujeita, como a disponibilidade de recursos materiais (descontinuidade do produto, falência do

fornecedor, produtos importados e variação do câmbio ou insuficiência de estoque), variações de produtividade das equipes e imprevistos com os serviços (empreiteiros, profissionais terceirizados), riscos com novas legislações governamentais (como por exemplo a política do frete mínimo), disponibilidade de recursos financeiros e planejamentos inadequados.

A gestão dos riscos é imprescindível para a identificação de possíveis entraves para a entrega da obra, mitigando problemas durante a gestão do projeto, e auxiliando as tomadas de decisões frente aos eventuais riscos, principalmente num mercado competitivo com consumidores finais exigentes.

O sistema Drywall, ainda considerado como uma inovação no mercado brasileiro, é um sistema com alta produtividade e a tecnologia dos seus componentes são industrializados nacionalmente e outros elementos são importados. A mitigação dos riscos, no planejamento financeiro e no cronograma da obra, está intrinsecamente relacionado com a compreensão das variáveis e possíveis percalços da execução do sistema construtivo, serviços envolvidos e fornecimento. Dentre os componentes do sistema de construção a seco, o aço é a matéria-prima para a fabricação dos perfis, e é atualmente considerado um item de atenção por ser vulnerável às variações do câmbio. Isso ocorre pela estrutura brasileira de exportação do minério e importação do aço. Na fábrica de perfis, entre diversos usos, o aço é conformado a frio produzindo montantes e guias, que são itens essenciais para a montagem de uma parede de drywall.

#### **4.3.2. Análise da cadeia produtiva**

Atualmente poucas empresas brasileiras são especializadas em desenvolver projetos executivos de drywall. Na maioria dos casos, os projetos de arquitetura não especificam as tipologias em drywall, somente indicam genericamente quais paredes serão executadas com o sistema construtivo drywall. Na maioria dos casos, são os escritórios especializados em projetos de vedação, que fazem a compatibilização com as diversas disciplinas e especificam as tipologias das paredes e revestimentos. A qualificação da mão de obra direta e indireta para a especificação das soluções do sistema de drywall ocorre por meio de cursos especializados, como os disponibilizados pela Associação Drywall (onde os fabricantes do sistema são associados). Além da especificação das tipologias das paredes, forros e

revestimentos, há também uma variedade de tecnologias disponíveis para a composição do sistema, que quando executado na obra, influenciam no desempenho da edificação de forma significativa. Outro auxílio para a especificação do sistema é feito através da consultoria de técnicos especializados, e esse serviço é oferecido somente por alguns fabricantes.

Após a concepção e a especificação na fase executiva do projeto, a instalação do sistema Drywall demanda um controle apurado da construtora. É necessário seguir o projeto e o planejamento para o ganho dos principais benefícios desse sistema.

Como na maioria dos casos, as obras executam projetos que não especificam as tipologias, e como poucos profissionais conhecem o sistema, a execução e escolha dos materiais ficam por conta do instalador, que na maioria dos casos não se atualizam com as novas tecnologias e normas vigentes.

“Com desconhecimento do sistema e a ausência de um projeto, muitas vezes ele acaba aceitando que se usem métodos menos recomendados para a execução, o que leva justamente a problemas técnicos ou a desperdício. O que, no caso do gesso, é uma situação delicada” (OLIVEIRA, 2009).

#### **4.3.3. Análise do processo de produção do produto**

No canteiro de obras, o uso de projeto para produção é essencial para o adequado funcionamento do processo de forma eficiente e eficaz. As tecnologias escolhidas para serem executadas, como o sistema a seco, devem ser desenvolvidas em sinergia com o cronograma físico-financeiro da obra. O ideal é a marcação de etapas no processo de execução da instalação do sistema, com as verificações (FVS – Ficha de Verificação de Serviço), das soluções utilizadas, de acordo com o projeto, evitando que as decisões sejam tomadas nos canteiros. Para o processo de produção, no projeto devem ser verificados itens como as interfaces do Drywall com os demais subsistemas, e durante a execução a interface com o processo de execução e logística dos sistemas envolvidos (TANIGUTI, 1999)

##### **4.3.3.1. Construção**

Os principais riscos para serem evitados na etapa da construção da obra, são erros relacionados com a logística como a chegada do material, prazos (cronograma deve

ser alinhado com os fabricantes com antecedência), entrada do material na obra (deve ser planejado com o técnico de segurança da obra para não exceder altura), planejamento da chegada do caminhão e restrições com os horários de entrega, além do transporte horizontal e vertical dentro da obra, e armazenagem. Na maioria dos casos, nos transportes realizados por cremalheira deve-se analisar o comprimento da chapa de gesso solicitado para entrega, e no caso de transporte com guias é imprescindível a verificação das dimensões e pesos dos paletes.

O planejamento de estoque é parte fundamental de uma obra com sistema de construção a seco, as placas devem ficar deitadas, afastadas do chão e protegidas das intempéries. A planta do canteiro deve ser planejada, de acordo com os outros serviços da obra que envolva água e manuseio do material (NUNES, 2015).

“Quando se faz a opção por uma tecnologia, esta só sobrevive se for concebida para trabalhar de forma integrada com os demais programas que compõem a edificação” (NUNES, 2015 apud GRAZIANO, 2000).

## 5. DESEMPENHO

### 5.1. Normatização e programas de qualidade

No setor da construção civil, o governo no início da década de 1990 procura prover o crescimento do percentual de construções, atingindo padrões internacionais de produtividade e qualidade. Essas ações foram articuladas com centros de pesquisas e universidades.

No Governo Itamar Franco, em 1993 é instituído o Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Baixo Custo – PROTECH. Os principais objetivos são reduzir o custo de construção da habitação popular e promover, em colaboração com o setor privado, o desenvolvimento e a divulgação de novas tecnologias para este fim (Cardoso, 1999). A partir desse programa foram implantados conjuntos construídos com protótipos de tecnologias inovadoras, chamadas “Vilas Tecnológicas”. Essas vilas construídas em Bauru, Ribeirão Preto, Curitiba e Juiz de Fora, seriam avaliadas segundo os critérios do PROTECH (Cardoso, 1999).

No final de 1993, a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU, instituiu o Programa da Qualidade na Habitação Popular- QUALIHAB, com o objetivo principal de melhorar a qualidade das habitações, investindo em meios para a implantação dos programas setoriais de qualidade. Contando com parcerias do setor da produção, o foco de desenvolvimento estava voltado para os materiais e componentes, a qualidade do projeto e a execução das obras (Cardoso, 1999).

Em 1997 é lançado pela Secretaria de Política Urbana o projeto chamado de Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H. O principal intuito era atingir padrões internacionais de melhoria da qualidade da habitação e modernização da produtividade no setor da construção civil, incluindo todos os segmentos industriais envolvidos. Por meio do estímulo da cadeia produtiva, o resultado esperado era a consolidação e competitividade no mercado nacional e internacional (PBQP-H). Esse Programa trouxe como benefício o desenvolvimento do “Programa de Apoio à Utilização de Materiais e Sistema de Construção Alternativos”, que utiliza recursos do Fundo de Desenvolvimento Social - FDS.

Com o intuito de aumentar a competitividade do setor produtivo, a comunidade técnica nacional mobiliza-se com o esforço de otimizar o campo de alternativas tecnológicas disponíveis para a produção habitacional. Inicia-se o Sistema Nacional

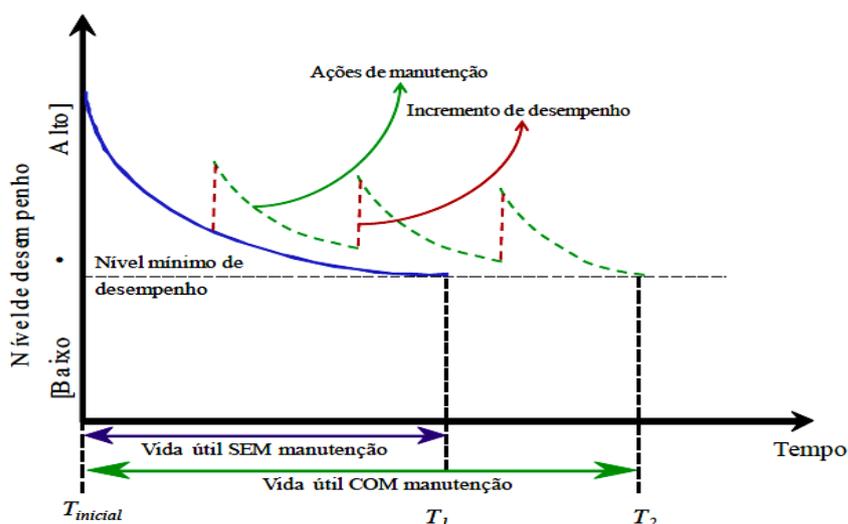
de Avaliação Técnica – SINAT, desenvolvido pelo PBQP-H, “[...] para dar suporte à operacionalização de um conjunto de procedimentos reconhecido por toda a cadeia produtiva da construção civil, com o objetivo de avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção” (PBQP-H) como estímulo à inovação tecnológica, através do incentivo ao emprego de sistemas construtivos inovadores que ainda não possuem normas brasileiras.

O SINAT disponibiliza diretrizes para análise desses novos produtos, as Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA), terceirizadas, utilizam essas diretrizes para avaliação e, se aprovado o produto inovador, gera-se um Documento de Avaliação Técnica (DATec).

### 5.1.1. Durabilidade

O termo durabilidade refere-se ao período de tempo esperado que um produto possa desempenhar as funções ao qual foi destinado. Porém, é necessário considerar a realização de manutenções periódicas, utilização do produto conforme previsto em projeto e seguir as orientações do fornecedor (NBR 15575-1:2013). A norma de desempenho também destaca a importância das manutenções pelo usuário, para não correr o risco da vida útil do projeto não ser atingida.

Gráfico 8: Desempenho com e sem manutenção



Fonte: POSSAN, 2013.

Tabela 1- Valores de vida útil de projeto (VUP)

Vida útil de projeto (VUP). Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	50
Pisos internos	13
Vedação vertical externa	40
Vedação vertical interna	20
Cobertura	20
Hidrossanitário	20

Fonte: ABNT NBR 15.575-1:2013. Adaptado.

### 5.1.2. Uso, Operação e Manutenção

A qualidade da manutenção, realizada na edificação, é diretamente ligada às soluções de projeto, às características da construção e dos materiais empregados. De acordo com a conceituação, encontrada na norma brasileira, a manutenção é definida como o “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes, a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários” (NBR 15575-1:2013).

A elaboração do Manual é necessária para fornecer a base de informações, que tem por objetivo orientar o uso e manutenção do produto, atribuindo-se requisitos para contribuir para a qualidade e o máximo período de tempo possível, salvas interferências externas, para a durabilidade. Como ressaltado pelos os conceitos desenvolvidos, contido no “Guia Nacional Para a Elaboração do Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações ” para ser utilizado pelo usuário final, é necessário compreender que a evolução dos produtos e métodos construtivos, boas práticas do mercado e o perfil dos usuários finais, devem ser levados em consideração para a elaboração do Manual. Deve-se compreender o contexto regional, econômico e social do local a ser situada a edificação, pois ao longo da vida do edifício serão necessárias adaptações, ou, modificações, e reposição de peças. A apropriação de uma edificação residencial, pode incluir adaptações resultantes de atividades rotineiras como limpeza, movimentação das esquadrias, uso de instalações hidráulicas e elétricas, e a prática de fixação de elementos nas paredes que são os “carregamentos estáticos ou dinâmicos impostos à estrutura devido aos costumes e/ou às ações extemporâneas praticadas pelos usuários” (FERRETI et al, 2012).

A manutenção devido ao aparecimento de falhas nas edificações, que podem ocorrer por causa das condições climáticas locais, ações externas, combinadas aos padrões de uso, pode implicar na reposição frequente de peças, específicas do sistema construtivo, da edificação. Sendo assim, a compreensão da logística e das tipologias das peças de reposição, e das interfaces e subsistemas que compõem o sistema construtivo pelo usuário, faz-se necessária. A decodificação das informações técnicas da edificação, por meio de manuais autoexplicativos e ilustrações orientativas, precisa ser inteligível ao usuário final. Dentre as normas que devem ser salientadas para a elaboração técnica do material, pode-se citar a ABNT NBR 5674:2012 e ABNT NBR14037:2014, normas que apresentam diretrizes que contribuem para a redação do guia do sistema de gestão de manutenção da edificação. As sugestões para prazos de garantia estão indicadas na ABNT NBR 15575-1:2013, apresentando conceituação sobre a importância do uso correto e manutenção do edifício (CBIC, 2012).

Como por exemplo, a manutenção mais comum no sistema de drywall são os suportes de cargas, e no manual devem ser definidos critérios para a disposição de suporte para as peças penduradas.

E é extremamente importante, para a qualidade da manutenção e uso da edificação, conter no manual de uso, as premissas de projeto quanto às cargas de uso.

## **5.2. Drywall - qualificação e norma de desempenho**

O sistema Drywall atende a todos os requisitos da norma de desempenho NBR 15.575, sistema de vedação vertical interna. A Associação Drywall disponibiliza um relatório, realizado pela Instituição Técnica Avaliadora (ITA) Tesis, com os processos de avaliação do sistema Drywall de acordo com os requisitos da norma, e a avaliação foi conduzida na esfera do Programa Setorial da Qualidade (PSQ) dos Componentes para Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall.

“O Programa Setorial da Qualidade segue o regimento do Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos – SiMaC do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP- H) do Ministério das Cidades do Governo Federal, que vem contemplando o desenvolvimento de programas de qualidade por empresas privadas que estejam em parceria e

cooperação, compreendendo a cadeia produtiva desde a matéria-prima até o produto final” (TESIS, 2015).

Para a manutenção e continuidade do programa, a Associação Drywall é a responsável no âmbito nacional, e a TESIS é a gestora técnica do PSQ.

“O objetivo do Programa Setorial da Qualidade é avaliar a conformidade dos componentes envolvidos em sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall e, assim garantir que estes componentes, quando inseridos no sistema, apresentarão desempenho satisfatório e contribuirão para a segurança estrutural do sistema ao longo da sua vida útil.

Trimestralmente, este Programa Setorial da Qualidade divulga na home page do PBQP-H um Relatório Setorial contendo o panorama do setor em relação às normas brasileiras dos componentes para Drywall e a relação de empresas Qualificadas e não conformes” (TESIS, 2015).

### 5.3. Drywall - Produto, Projeto e Execução

Atualmente as normas de drywall vigentes no Brasil, são referentes ao projeto e ao produto:

Quadro 2: Normas de drywall vigentes no Brasil

Sigla	Organismo promotor	Nome completo da norma	Resumo da abrangência da norma
<b>ABNT – NBR 14715-1: 2010</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas	Chapas de gesso para drywall Parte 1: Requisitos	Estabelece os requisitos básicos para as chapas de gesso para drywall destinadas a execução de paredes, revestimentos e forros.
<b>ABNT – NBR 14715-2: 2010</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas	Chapas de gesso para drywall Parte 2: Métodos de ensaio	Estabelece os procedimentos em laboratório para determinação das características, e métodos de ensaio das placas de gesso acartonado.
<b>ABNT – NBR 15758: 2009</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas	Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall – Projeto	Projeto e procedimentos para execução da montagem de parede, revestimento e forro.

Fonte: Catálogo ABNT. Acesso: <https://www.abntcatalogo.com.br/>

## 5.4. Desempenho do Drywall

### 5.4.1. Desempenho térmico

O sistema Drywall possui um bom desempenho para isolamento térmico, principalmente com a utilização da lã mineral, isolando o calor de um ambiente para o outro.

O conceito de calor é por definição a energia transmitida de uma parte para outra por diferença de temperatura.

Já a condutividade térmica representa a quantidade de calor que passa de um ambiente para outro, e é medido em watt por metro kelvin (W/mK) (PLACO DO BRASIL, 2014).

Por meio de fórmulas básicas, também é possível calcular a resistência térmica do sistema. Atualmente no Brasil, esses cálculos são realizados principalmente por projetistas de fachadas, e no caso de regiões com significativas amplitudes térmicas, são analisados também os ambientes internos.

Na maioria das paredes de drywall, o sistema é composto por gesso acartonado e lã de vidro ou lã de rocha (lã mineral).

O cálculo para a condutividade é feito considerando todas as camadas do sistema, somando-se as resistências térmicas, conforme valores da tabela abaixo:

Tabela 2: Resistências térmicas

<b>Produto</b>	<b>W/mk</b>
Placa de gesso	0,25
Lã de vidro de 50 mm	0,042
Lã de vidro de 75 mm	0,042
Lã de vidro de 100 mm	0,042

Fonte: Placo do Brasil, 2014.

### 5.4.2. Desempenho estrutural

O desempenho estrutural é a capacidade do sistema estrutural em resistir aos esforços solicitados. O projeto estrutural deverá considerar as ações de

carregamento permanente (peso próprio), as sobrecargas de utilização e as solicitações horizontais, como a ação de ventos no caso de vedações externas (NUNES, 2015 apud CAMPOS, 2006).

As paredes de Drywall especificadas na NBR 15.758:2009, atendem a Norma de Desempenho no que diz respeito a estabilidade e a resistência estrutural; deslocamento e fissuração; solicitação de cargas provenientes de peças suspensas; impacto de corpo mole; impacto de corpo duro; e ações transmitidas por impactos nas portas.

Devido à sua tecnologia e desempenho, o sistema drywall é aproximadamente 90% mais leve do que o sistema tradicional, como o concreto e a alvenaria, tornando a construção mais leve com alívio às estruturas (fundação e lajes) (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015).

Segundo estudo publicado pela revista Construção Mercado ed.136, a análise de comparativo entre os sistemas de alvenaria e Drywall revelou a redução no consumo de insumos como o de concreto, no consumo de aço e também das fôrmas, em torno de 10%, e isso se deve principalmente pela redução de cargas resultantes das vedações internas.

O sistema Drywall possui produtividade (mão de obra por área) e velocidade para a execução, e essas características intrínseca ao sistema é potencializado em estruturas com lajes planas, devido principalmente a baixa interferência com as vigas. Os elementos que compõem o sistema, como os montantes, guias e placas, são fixados de forma que o sistema aceite maiores deformações estruturais sem fissuras, em comparação a alvenaria convencional.

A tabela abaixo apresenta os comparativos da massa aproximada de algumas paredes, e apesar da redução da massa, verifica-se que o desempenho do sistema da parede, em relação ao isolamento acústico ( $R_w$ ) entre as unidades, quando comparado ao sistema Drywall, não está relacionado somente com o peso da vedação, segundo estudo da Universidade de Coimbra (SILVA, 2013).

Tabela 3: Valores indicativos do índice de redução sonora ponderado para alguns sistemas de paredes

Tipo de parede	Largura do bloco / tijolo	Revestimento	Massa aproximada	R <sub>w</sub> (dBA)
Blocos vazados de concreto	9 cm	argamassa 1,5 cm em cada face	180 kg/m <sup>2</sup>	41
	11,5 cm		210 kg/m <sup>2</sup>	42
	14 cm		230 kg/m <sup>2</sup>	45
Blocos vazados de cerâmica	9 cm	argamassa 1,5cm em cada face	120 kg/m <sup>2</sup>	38
	11,5 cm		150 kg/m <sup>2</sup>	40
	14 cm		180 kg/m <sup>2</sup>	42
Tijolos maciços de barro cozido*	11 cm	argamassa 2cm em cada face	260 kg/m <sup>2</sup>	45
	15 cm		320 kg/m <sup>2</sup>	47
	11 + 11 cm**		450 kg/m <sup>2</sup>	52
Paredes maciças de concreto armado	5 cm	sem revestimento	120 kg/m <sup>2</sup>	38
	10 cm		240 kg/m <sup>2</sup>	45
	12 cm		290 kg/m <sup>2</sup>	47
Drywall	2 chapas + lâ de vidro	sem revestimento	22 kg/m <sup>2</sup>	41
	4 chapas		44 kg/m <sup>2</sup>	45
	4 chapas + lâ de vidro		46 kg/m <sup>2</sup>	49

(\*) Valores indicados pela Universidade de Coimbra.  
(\*\*) Parede dupla 11 + 11 cm, com espaço interno de 4 cm preenchido com manta de lâ de rocha 70 kg/m<sup>3</sup>.

Fonte: IPT, Unicamp, SOBRAC, Universidade de Coimbra apud SILVA, 2013.

#### 5.4.3. Resistência mecânica

O sistema de Drywall composto por placas, perfis e acessórios possui resistência mecânica que está intrinsecamente relacionada com a tipologia do sistema. Considerando os requisitos específicos para o desempenho solicitado, são levados em consideração em função da altura características, como:

Figura 7: Considerações para cálculo da resistência mecânica do drywall



Fonte: Adaptado Placo do Brasil, 2014.

Quadro 3: Fórmula utilizada para cálculo da altura

$$H=H_0 \sqrt[4]{\frac{(I_{\Delta} + S_{\Delta} d^2) \times N \times \Phi}{I_0}}$$

$H_0$	Valor da altura de referência em metros.
$I$	Momento de inércia dos montantes expressado em $\text{mm}^4$ .
$S$	Área dos montantes em $\text{mm}^2$ .
$d$	Distância entre os eixos da parede e o eixo dos montantes. Como máximo será o dobro da largura do montante.
$N$	Número de montantes: 2 em montagem em "C" e 4 para montagem em "H".
$\Phi$	Fator inércia, em função da distância entre os montantes: 1 para 600mm e 1,5 para 400mm.
$I_0$	Momento de inércia dos montantes de referência m-48 em $\text{mm}^4$ .
$e$	Espessura da parede.
$a$	Largura da câmara interior da parede.

Fonte: Placo do Brasil, 2014.

#### 5.4.4. Resistência ao fogo

O tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) no projeto é determinante para a tipologia que será especificada, no âmbito do desempenho da parede do sistema Drywall.

Nas edificações para prossecução da segurança, quanto ao fogo são projetados proteções passivas e ativas. Nessa situação, o sistema Drywall é utilizado como proteção passiva, permitindo a segurança dos usuários por determinado período, especificado no projeto, e permitindo a ação do Corpo de Bombeiros. Sendo assim, em São Paulo são utilizadas como referência para a determinação do material utilizado, a Instrução Técnica número 10 (materiais de revestimento e acabamento), quanto à classificação do produto.

O gesso  $\text{CaSO} + 2\text{H}_2\text{O}$  possui cerca de 21% de água em sua composição molecular, característica que contribui para a sua alta resistência quando submetido ao calor extremo, liberando água no estado de vapor. A placa de gesso acartonado é classificada como II-A por causa da camada de papel que reveste o gesso. Já em casos que o revestimento é em fibra de vidro (como os tipos de placas Glass Mat) o componente é classificado como incombustível, classe I.

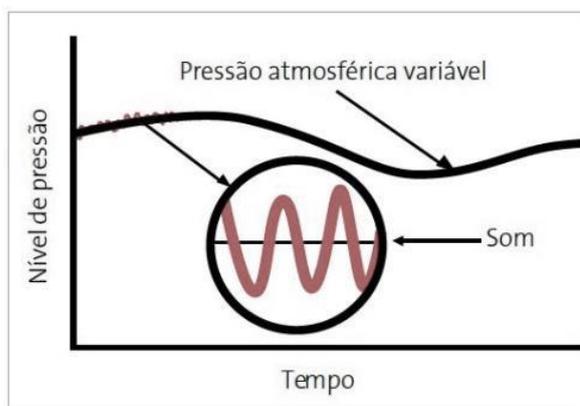
Entende-se como reação ao fogo o comportamento do produto em caso de incêndio, e a resistência ao fogo considera o comportamento do sistema construtivo num período de tempo. O principal objetivo da resistência do sistema ao fogo é limitar a propagação do fogo para outros espaços, e auxiliar na proteção da estrutura contra o colapso, ou seja, os critérios como integridade, fornecimento de estabilidade ao edifício e isolamento térmico são intrínsecos para a segurança ao fogo dos usuários do espaço. E o sistema Drywall possui uma alta resistência ao fogo, e a sua tipologia é determinada a partir de informações como o pé direito da parede e do Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), e a tipologia encontra-se na IT-08/2018 (Resistência ao fogo dos elementos de construção) do Corpo de Bombeiros.

#### 5.4.5. Performance acústica

O sistema Drywall possui excelente desempenho quanto a performance acústica, Porém, durante o processo de especificação do sistema é importante pontuar alguns conceitos, que geralmente podem ser confundidos.

“O som ocorre quando um meio elástico é perturbado, excitando o sistema auditivo, gerando o fenômeno da audição” (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015).

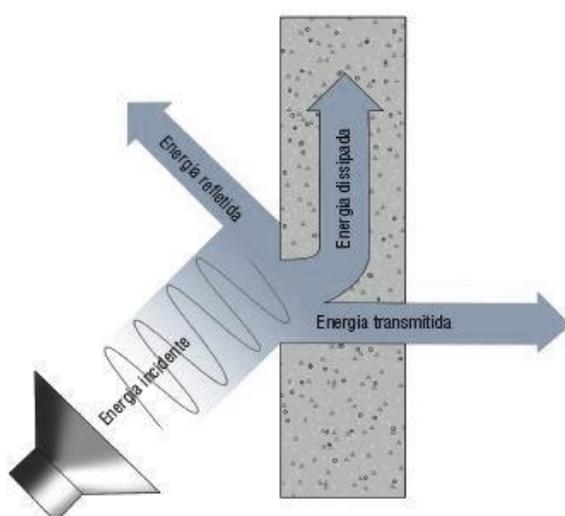
Gráfico 9: Pressão atmosférica



Fonte: PLACO DO BRASIL, 2014

Na tabela para especificação de tipologias para Drywall é utilizado como base o índice ponderado  $R_w$ , que define a redução do som aéreo de componentes isolados medida em laboratório (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015). Enquanto que o índice ponderado  $D_{nT,w}$  é para ensaio em campo. Importante destacar que há a diferença estimada de 5dB de depreciação do resultado obtido em campo quando comparado ao realizado em laboratório (NBR 15.575, 2013).

Figura 8: Energia incidente



Fonte: PLACO DO BRASIL, 2014

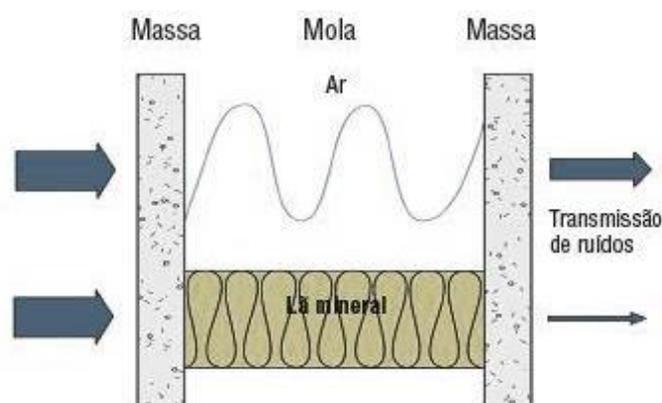
A isolamento sonora é definida pela “capacidade dos sistemas construtivos de formarem uma barreira, reduzindo a transmissão do som de determinado ambiente para os demais ambientes” (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015).

Atualmente, há principalmente duas maneiras da passagem do som ser isolada entre ambientes distintos: utilizando paredes feitas com materiais de alta densidade, como paredes maciças de concreto, ou outro material com densidade semelhante, ou utilizando o sistema construtivo massa-mola-massa (caso do sistema Drywall).

No caso da solução de paredes feitas com materiais de alta densidade, quanto maior a espessura maior a eficiência do sistema “a vibração da parede será dificultada pelo seu peso (Lei das Massas)” (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015), porém, a utilização dessa alternativa resulta na diminuição do espaço útil dos ambientes.

Enquanto que no sistema construtivo massa – mola – massa, como o sistema Drywall, a “eficiência se deve ao fato de ocorrer uma fricção entre a onda sonora e o novo meio (o ar ou um material fibroso como a lã mineral), a fricção converte parte da energia sonora em calor, fazendo com que a energia sonora perca intensidade potencializando o aumento da isolamento sonora. A eficiência do sistema massa-mola-massa é proporcionada pela descontinuidade dos meios” (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015).

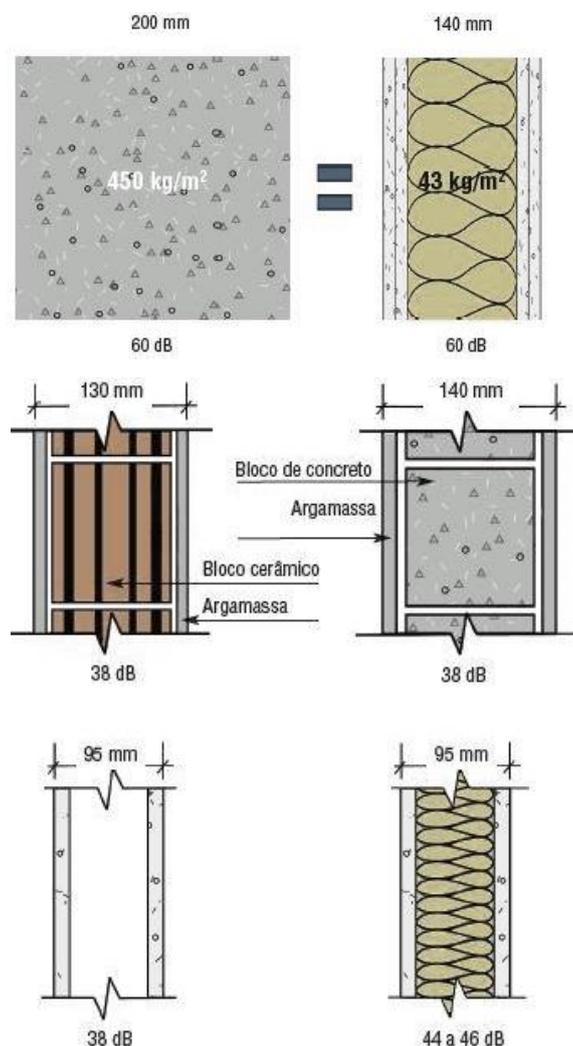
Figura 9: Efeito Massa - mola -massa



Fonte: ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015.

As figuras abaixo apresentam o comparativo de desempenho entre estruturas convencionais e Drywall.

Figura 10: Desempenho acústico entre sistemas



Fonte: ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2015.

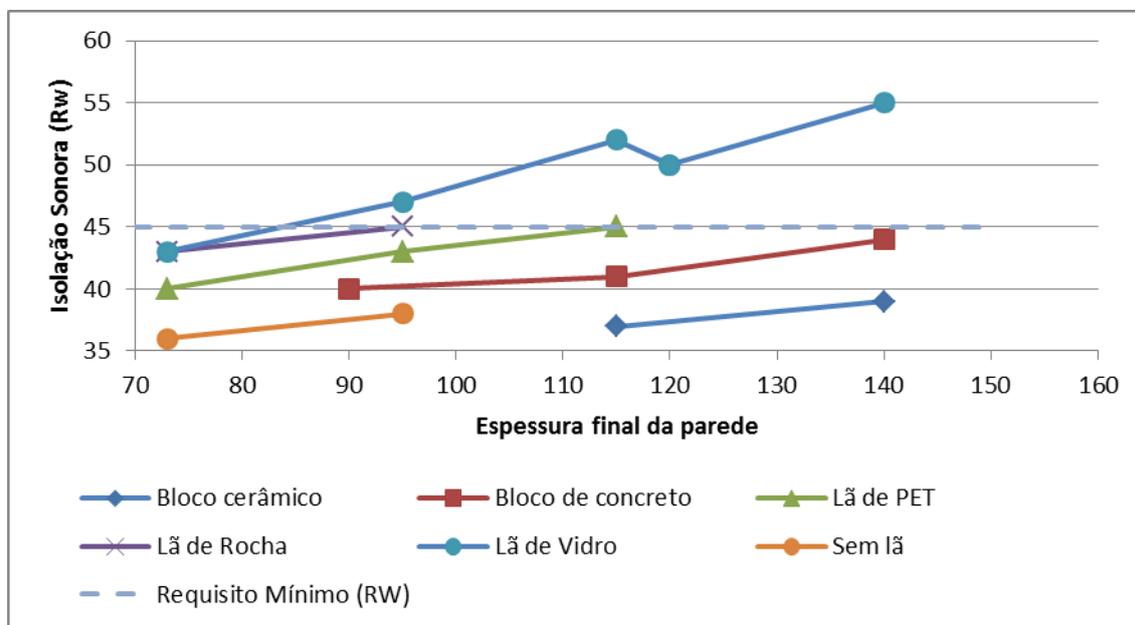
O efeito massa-mola-massa do sistema Drywall (placa de gesso – lã de vidro – placa de gesso), potencializa o isolamento acústico do sistema, e com menores espessuras, se comparado ao sistema tradicional de alvenaria, trazendo maior conforto ao usuário final.

No gráfico abaixo, apresentado no XXIII encontro da SOBRAC, está com adaptações da autora, para destacar o crescimento da isolação sonora ( $R_w$ ), em relação à espessura da parede, e a relação do desempenho entre os sistemas convencionais e materiais isolantes.

O sistema Drywall possui a possibilidade de potencializar o isolamento acústico, com o aumento do número de placas, a disposição interna das instalações dos montantes, e do tipo de isolamento acústico. Atualmente, são reconhecidos no

mercado para compor o isolamento acústico as lãs minerais (lã de vidro e lã de rocha), e as derivadas de petróleo (lã de PET).

Gráfico 10: Isolamento *versus* espessura da parede



Fonte: Adaptado pela autora de SOBRAC (XXIII ENCONTRO)

## 5.5. Interfaces com subsistemas

### 5.5.1. Estrutura

O reduzido peso das paredes de gesso acartonado, em relação a estrutura tradicional de vedação, permite o alívio das fundações e das estruturas, assim como maior espaçamento entre pilares, auxiliando a arquitetura no fluxo dos usuários e no aproveitamento dos espaços, a adoção de lajes planas de concreto armado ou protendido, e a eliminação das vigas entre pilares assim como das vigas de borda. Essas interfaces entre Drywall e lajes planas podem facilitar potencialmente a produtividade da obra, e o resultado final da obra.

### 5.5.2. Sistemas complementares

A capacidade de obtenção de soluções racionalizadas para os demais subsistemas – instalações (com acesso para manutenção); componentes internos tais como eletrodutos, canalização de água e de esgotos, instalações de sistemas centralizados de aspiração de pó e dutos de ar condicionado, são facilmente

incorporados às paredes de gesso acartonado nos espaços vazios existentes entre os painéis de gesso acartonado. Os tubos flexíveis de polietileno reticulado e conduítes correm dentro do Drywall, e atravessam internamente a parede através dos furos dos montantes.

Os condutores elétricos são instalados diretamente nos espaços ocultos das paredes, facilitando muito a sua colocação, já que não há necessidade de cortar as paredes.

A parede ou shaft que deve ser resistente à umidade, por determinações do projeto e uso, possui opções de materiais, e pode ser instalada com o sistema de placa cimentícia (fibrocimento), placa resistente à umidade como RU, ou Glass Mat (Glasroc H ou Glasroc X) resistente a ação direta da água. Estas paredes estarão integradas ao shaft do empreendimento, onde se encontram as tubulações de água pluvial, esgoto, ventilação, água quente e outros.

A espessura da parede é determinada pelo diâmetro das instalações e pelo seu percurso. Para a fixação das tubulações utilizam-se suportes específicos, geralmente pedaços de guias do Drywall, ou quando possível, fixa-se a tubulação com braçadeiras aos perfis. Importante lembrar que as peças e elementos em cobre devem necessariamente ser isolados dos perfis zincados.

## 6. TENDÊNCIAS DO DRYWALL E INDUTORES

### 6.1. Inovações tecnológicas

A maioria dos profissionais da construção civil, como montadores, engenheiros e arquitetos, conhecem as primeiras soluções fabricadas em placa de gesso acartonado lançadas no mercado na década de 90. A tendência é cada vez o aumento do uso do drywall nas edificações, para tal o sistema deve atender a requisitos de desempenho. Nos últimos cinco anos foram lançadas diversas soluções para áreas úmidas, soluções com alto desempenho a impactos e isolamento acústico. Na tabela abaixo é exemplificada as principais novas tendências no mercado de Drywall.

Tabela 4: Tendências - placas de drywall

Características	Resistência à umidade	Resistência aos impactos e às cargas suspensas		Resistência mecânica e desempenho acústico	Isolamento acústico	
		Impact	Hardboard		Habito	Phonique
<b>Placa</b>	<b>Glasroc H</b>	<b>Impact</b>	<b>Hardboard</b>	<b>Habito</b>	<b>Phonique</b>	<b>Phonik</b>
<b>Peso</b>	10,5 kg/m <sup>2</sup>	11,9 kg/m <sup>2</sup>	11 kg/m <sup>2</sup>	12,2 kg/m <sup>2</sup>	12kg/m <sup>2</sup>	13kg/m <sup>2</sup>
<b>Res. à ruptura flexão long.</b>	540 (N)	800 (N)	550 (N)	1000 (N)	550 (N)	550 (N)
<b>Res. à ruptura flexão trans.</b>	210 (N)	380 (N)	210 (N)	400 (N)	210 (N)	210 (N)
<b>Espessura</b>	12,5mm	12,5mm	12,5mm	12,5mm	12,5mm	12,5mm
<b>Aplicação</b>	Ambientes com vapor d'água e com incidência indireta de intempéries	Paredes e revestimentos sujeitos a impactos de corpo duro, e cargas. Áreas secas.	Paredes e revestimentos sujeitos a impactos de corpo duro, e cargas. Áreas secas.	Paredes e revestimentos, em áreas secas (HBT) e áreas úmidas (HBT-RU)	Paredes, revestimentos e forros, em áreas secas.	Paredes, revestimentos e forros, em áreas secas.
<b>Vantagens</b>	Elevada resistência contra a umidade. Estabilidade dimensional.	Eliminação ou mitigação do uso de reforços na parede para cargas suspensas.	Eliminação ou mitigação do uso de reforços na parede para cargas suspensas.	Eliminação parcial ou total de reforços nas paredes. alta resistência a impactos.	Aumento no desempenho de isolamento acústico, parede, forro e revestimento.	Aumento no desempenho de isolamento acústico, parede, forro e revestimento.

Fonte: Adaptado de manuais dos fabricantes.

### 6.1.1. Soluções para áreas úmidas internas – placa Glasroc H

A placa de gesso possui poder de equilíbrio higroscópico, sendo que a placa de gesso Standard absorve cerca de 35% de água em relação ao peso próprio, enquanto que a placa RU (resistente à umidade), possui entre outros aditivos, silicone na composição, conferindo a placa absorção inferior a 5% de umidade.

O lançamento da placa Glasroc H foi desenvolvido como uma tecnologia para atender a necessidade de resistência à umidade, como áreas com ação de intempéries indiretas, forros e shaft de varandas externas.

A placa Glasroc H absorve menos de 3% de água, e a sua superfície é revestida com uma película de fibra de vidro ao invés do uso de papel cartão. O sistema da solução da Glasroc H, possui parafuso, fita e massa resistente à umidade com tratamento anti mofo e anti fungo, indicada para áreas como forro de piscina aquecida.

### 6.1.2. Soluções resistentes aos impactos e às cargas suspensas

Muitos dos mitos do uso do sistema drywall reside na resistência ao impacto de corpo duro, e a resistência à carga de momento e cisalhamento para pendurar objetos na parede. Em linhas gerais, a densidade dessas placas são superiores a densidade da placa Standard, na composição há componente como fibra de vidro, e o papel cartão é diferenciado.

### 6.1.3. Soluções com alto desempenho acústico

O sistema drywall é amplamente utilizado em segmentos como hotéis, shoppings, hospitais e empreendimentos comerciais. Na maioria desses segmentos, e mesmo o segmento residencial, a acústica é essencial para o conforto do usuário. Apesar do desempenho acústico comprovado do drywall, muitos atribuem a falta de desempenho de isolamento acústico do sistema. Na maioria das situações das construções, os problemas do isolamento entre ambientes encontram-se nas etapas de execução. Dentre as recomendações de consultores acústicos quanto ao uso de banda acústica, tratamento em frestas, portas e encontro entre caixas de elétrica na parede, a tipologia da parede é fator decisivo. O sistema de drywall, massa-mola-

massa, possui maior eficiência com o uso de placas diferenciadas, é o caso da solução da placa Phonique, placa Habito, e placa Phonik.

## **6.2. Indutores - painéis leves para vedação de fachada**

Os painéis leves para vedação de fachada é uma tecnologia construtiva em chapas delgadas estruturadas em Light Steel Framing (LSF), cuja tecnologia com montagem a seco representa uma alternativa para substituição da tecnologia tradicional (vedações externas em alvenaria e revestimentos aderidos).

Os principais benefícios desse sistema de fachada são principalmente, quando comparado a outros sistemas: a alta produtividade; otimização da logística no canteiro de obra; redução de prazos; controle sobre o custo final do serviço e sustentabilidade.

No Brasil, essa tecnologia é considerada uma inovação, e definições como o CBCA (Construção Brasileira de Construção em Aço) que os painéis leves para vedação de fachada são painéis que não possuem uma função estrutural, e não fazem parte da estrutura principal do edifício. É necessário o dimensionamento para resistir aos esforços resultantes da ação do vento, de cargas acidentais e de seu peso próprio, transmitindo-as à estrutura. A composição pode ser uma divisória leve de vedação com revestimento tipo cortina ou ventilado.

O SINAT (sistema nacional de avaliações técnicas de produtos inovadores), define os painéis leves para vedação de fachada como uma vedação vertical externa (SVVE), sem função estrutural, com a utilização de chapas delgadas para fechamento. Entre as chapas pode ser colocada uma camada de isolamento, a chapa que faz o fechamento externo é coberta com uma argamassa, que tem a função de proteção do sistema e não se constitui em acabamento final (SINAT 009).

### **6.2.1. Comparativos**

A escolha da tecnologia adotada recai sobre o comparativo com os demais sistemas do mercado. Os comparativos geralmente são realizados por meio de itens diretos, como custo do material de sistema tecnológico *versus* custo do sistema tradicional, porém os sistemas construtivos possuem diversas características que influenciam em itens como interfaces, logística, prazo, resíduos e outros.

Abaixo segue o comparativo entre as principais características de construtibilidade, desempenho e mercado para os sistemas de fachada. E segundo o estudo desenvolvido, os diversos sistemas possuem alto impacto financeiro, como a alvenaria convencional na logística do empreendimento, mas atualmente é largamente utilizada nas edificações brasileiras.

Figura 11: Fatores impactantes no custo final dos sistemas de vedação e revestimento

FATORES IMPACTANTES NO CUSTO FINAL DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO E REVESTIMENTO		ALVENARIA CONVENCIONAL REVESTIDA <sup>A</sup>	LIGHT STEEL FRAMING <sup>B</sup>	PAINÉIS METÁLICOS ISOLANTES <sup>C</sup>	PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO <sup>D</sup>	FACHADA COM VIDRO	FACHADA COM VIDRO
						STICK <sup>E</sup>	UNITIZADO <sup>F</sup>
CONSTRUTIBILIDADE	Logística da obra <sup>1</sup>	●●●●●	●●●	●●	●●●●	●●●●	●●●
	Necessidade de equipamento <sup>2</sup>	●	●●	●●●	●●●●●	●●●	●●●●
	Nível de pré-montagem <sup>3</sup>	●●●●●	●●●●	●	●	●●	●
	Velocidade de montagem <sup>4</sup>	●●●●●	●●●●	●	●●●	●●●	●●
	Ajustes durante a montagem <sup>5</sup>	●	●●	●●●●	●●●●	●●●	●●●●●
	Terminalidade <sup>6</sup>	●●●●●	●●●●	●●	●●●●	●●	●●
	Necessidade de acabamento final <sup>7</sup>	●●●●	●●●	●	●●	●	●
DESEMPENHO	Incremento de desempenho acústico <sup>8</sup>	●	●●●	●●●	●●	●●●●	●●●●
	Incremento de desempenho térmico <sup>9</sup>	●	●●	●●	●●●	●●●●●	●●●●●
	Incremento de segurança contra incêndio <sup>10</sup>	●	●●	●●	●	●●●●	●●●●
	Incremento em durabilidade <sup>11</sup>	●●	●●●	●●●●	●●	●●	●●
	Manutenabilidade <sup>12</sup>	●●●	●●●	●●	●●	●●●●	●●●●
MERCADO	Cadeia Produtiva <sup>13</sup>	●	●●●●	●●●	●●	●●●	●●●
	Contrato e responsabilidade técnica <sup>14</sup>	●●●●●	●●●●	●	●●	●	●
	Estimativa de preço (R\$/m <sup>2</sup> ) <sup>15</sup>	140,00-180,00	270,00-320,00	160,00-400,00	350,00-500,00	700,00-1900,00	900,00-2200,00

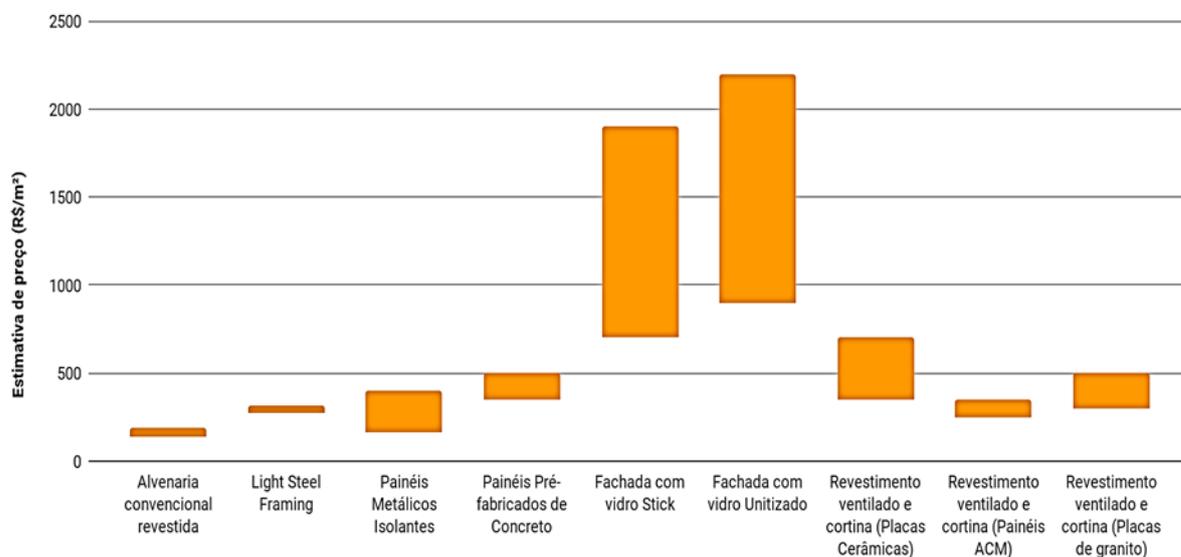
**Legenda:**

- : Impacto financeiro médio;
- Impacto financeiro muito abaixo da média; ●●●●●: Impacto financeiro acima da média;
- Impacto financeiro abaixo da média; ●●●●●: Impacto financeiro muito acima da média.

Fonte: Manual CBCA [http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual\\_de\\_vedacoes.pdf](http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual_de_vedacoes.pdf)  
\*ver anexo A para acessar a tabela completa.

O gráfico abaixo apresenta um comparativo com estimativa de preços por metro quadrado, extraído da tabela acima, e contempla os principais sistemas de fechamento de fachada. Claramente, referente ao preço por metro quadrado, o sistema de fachada em vidro representa um dos maiores custos entre os sistemas comparados.

Figura 12: Comparativo de custos dos sistemas de fachada

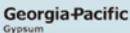
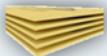


Fonte: Adaptado de Manual CBCA [http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual\\_de\\_vedacoes](http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual_de_vedacoes)

Segundo esse levantamento o sistema Light Steel Framing encontra-se na faixa R\$500/m<sup>2</sup>, acima do valor de sistema tradicional. Esse estudo levou em consideração os valores dos materiais e instalação. Deve-se levar em consideração outros fatores, como produtividade, resíduos e cargas, apresentado nessa pesquisa, para compreender amplamente o potencial dos sistemas.

Abaixo encontra-se os principais substratos, gesso e cimentícia, disponíveis atualmente no mercado.

Figura 13: Placas para fachada a base de gesso

Placa	Glasroc X	Glass Rey	DensGlass Sheating
Logo do fabricante			
Imagem da placa			
Origem de fabricação	República Tcheca	México	EUA
Composição	Gesso / fibra de vidro	Gesso / fibra de vidro	Gesso / fibra de vidro
Dimensões	1200mm x 2200mm 12,5mm	1219mm x 2438mm x 12,7mm 1219mm x 2438mm x 15,9mm	1219mm x 2743mm x 12,7mm; 1219mm x 3048mm x 12,7mm; 1219mm x 2438mm x 15,9mm; 1219mm x 2743mm x 15,9mm; 1219mm x 3048mm x 15,9mm
Peso	10,7 kg/m <sup>2</sup>	27,6 kg/Pz 4x8 35,6 kg/Pz 4x8	9 kg/m <sup>2</sup> 12 kg/m <sup>2</sup>
Absorção de água (24h)	3% (2h)	-	-
Resistência à flexão (long.)	540 N	80 Lb f 100 Lb f	356 N 445 N
Incombustibilidade	Sim	Sim	sim
Propagação de chama e geração de fumaça tóxica	Zero	Zero	zero
Garantia	5 anos contra defeitos de fabricação	12 meses contra delaminação e degradação	12 meses contra delaminação; 5 anos contra defeitos de fabricação, e 12 anos quando usado como substrato EIFS
Referência normativa	ASTM C1177	ASTM C1177	ASTM C1177
Custo da placa por m <sup>2</sup>	R\$47,30	R\$115,00	R\$70,50

Fonte: Desenvolvido pela autora com base em informações dos websites dos fornecedores.

Figura 14: Placas para fachada a base de cimento

Placa	Aquapanel	Brasilit	USG DUROCK
Logo do fabricante			
Imagem da placa			
Origem de fabricação	EU	Brasil	EUA
Composição	Base cimentícia	Base cimentícia	Base cimentícia
Dimensões	1200mm x 2600mm x 12,5mm 1200mm x 3000 x 12,5mm	1200mm x 2000mm x 10mm 1200mm x 2400mm x 10mm 1200mm x 3000mm x 10mm	1220mm x 2440mm x 12,7mm 1220mm x 2440mm x 15,9mm
Peso	11 kg/m <sup>2</sup>	17 kg/m <sup>2</sup>	9,8 kg/m <sup>2</sup> 13,25 kg/m <sup>2</sup>
Absorção de água (24h)	-	19% (2h)	10% (2h)
Resistência à flexão (long.)	7 MPa	-	52,7 kg/cm <sup>2</sup>
Incombustibilidade	Sim	Sim	sim
Propagação de chama e geração de fumaça tóxica	Zero	Zero	zero
Garantia	-	5 anos	30 anos contra defeitos de fabricação e delaminação
Referência normativa	-	NBR 15498	ASTM C1177
Custo da placa por m <sup>2</sup>	R\$69,47	R\$33,00	R\$40,00

Fonte: Desenvolvido pela autora com base em informações dos websites dos fornecedores.

### 6.2.2. Sistema

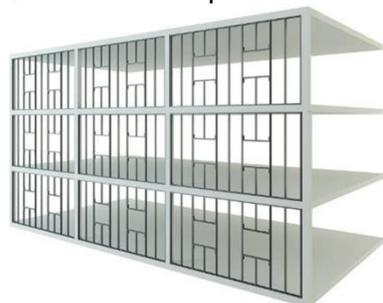
Os principais sistemas de fachadas no Brasil, quanto ao revestimento são o acabamento direto e EIFS, e quanto a estrutura há a fachada ventilada e fachada embutida. Importante destacar que a estrutura é dimensionada pelo projetista especialista, ele irá se responsabilizar pelo cálculo da espessura, espaçamento e dimensões do perfil. As placas de gesso ou cimentícias são substratos, e a escolha do revestimento entre acabamento direto ou EIFS depende do desempenho térmico e acústico previsto em projeto. O desempenho e projeto de fachada deve ser realizado através da análise entre fabricante do sistema, consultores, especialistas, executores e projetistas, pois atualmente no Brasil, as informações para esse tipo de vedações externas possuem falta de detalhes específicos para a sua concepção, e acabam sendo executados a partir de experiências práticas dos executores.

A execução da fachada é considerada caminho crítico no cronograma do empreendimento, e o planejamento do projeto desde a concepção do produto e a escolha dos sistemas são essenciais para direcionar as etapas e contratação dos

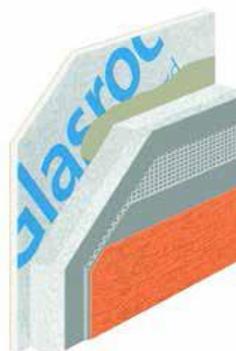
projetos executivos. A eficiência e efetividade do desempenho da fachada executada em painéis leves dependem do adequado planejamento das contratações, gestão e alinhamento do cronograma de entrega com os fornecedores.

Os principais sistemas disponíveis atualmente no Brasil:

Quadro 4: Principais sistemas de fachada LSF



Fachadas não ventiladas (Infill ou Embutido)



Placa com acabamento EIFS

- placas de isolamento térmico
- camada de basecoat
- tela de reforço



Fachadas ventiladas (Cortina ou Contínuo)



Placa com acabamento direto

- camada de basecoat
- tela de reforço

Fonte: Catálogo Glasroc X – Placo do Brasil

## 7. CANTEIRO DE OBRAS

### 7.1. Planejamento da obra

A execução de obra desempenha papel fundamental para a qualidade esperada para sistemas industrializados como o Drywall. Verifica-se no mercado da construção civil de edificações que a maioria das patologias são decorrente da falta de detalhes executivos em projeto, e qualificação da mão de obra.

Sendo assim, o planejamento da obra é visto como uma etapa crítica, que deve ser detalhadamente analisada e estudada com antecedência. E passos para o planejamento das obras são: o projeto de Drywall, definições da contratação e preparo da obra para a execução.

#### 7.1.1. Drywall - Considerações para a elaboração dos projetos para produção

Atualmente no mercado de construções com o Drywall, há uma deficiência quanto à qualificação de mão de obra direta (instaladores), projetistas, engenheiros e arquitetos (responsável técnico pela evolução da obra), principalmente para o acompanhamento e para a verificação do sistema de gesso acartonado. Há disponibilizado manuais de projeto de Drywall, que contém tópicos que descrevem os componentes do Drywall do ponto de vista de produto, e pouco elucida sobre o desenvolvimento de um projeto para a execução do sistema ou itens de verificação em obra que devem estar no projeto, considerando a visão e necessidades das construtoras e projetistas. Nesse contexto, e para potencializar os benefícios do sistema Drywall, o projeto para a produção, como o projeto de vedação, é essencial para o desempenho do sistema.

O projeto de vedação vertical é imprescindível para o planejamento, contratação, execução e verificação dos serviços, desde a logística do material ao projeto do canteiro de obras, e pode ser utilizado como um guia para as etapas de instalação. “A racionalização de um processo produtivo é plenamente empregado quando as ações são planejadas desde o momento da concepção do empreendimento. O nível de detalhamento desenvolvido realizado e a mitigação da falta de detalhes executivos são pontos essenciais para especificações claras e objetivas. No projeto para execução deve-se conter todos os componentes que devem ser empregados, forma de montagem ou assentamento, características tecnológicas, de maneira a

fornecer informações necessárias para o planejamento operacional da obra, auxiliando na administração e fluxo da etapa de suprimentos de materiais e ferramentas, no controle físico financeiro, e a gestão da mão de obra durante a execução dos serviços” (OLIVEIRA, D., 2015 apud FRANCO, 1998).

É essencial seguir o projeto conforme especificado e compatibilizado, e deve conter:

- Paginação das placas (planta e vista);
- Indicação de posição de montantes e guias de piso e teto (vistas e cortes, contendo o afastamento do montante até a guia);
- Indicação de interfaces com subsistemas;
- Indicação de eletrodutos, caixas de elétrica e quadros;
- Indicação de reforços;
- Indicação das tipologias das placas;
- Indicação de banda acústica;
- Indicação dos requisitos da norma de Drywall, como elementos da bandeira de porta.

O projeto de edificações em drywall possui especificidades para a sua execução, que o projetista, mão de obra direta e usuários, precisam ficar atentos para o atendimento do desempenho esperado para o sistema. Tais como processo executivo, interface entre sistemas, impermeabilização, juntas de dilatação e estruturação de portas, que serão detalhadas a seguir.

Abaixo apresenta-se um exemplo para o procedimento executivo:

### **Procedimento Executivo**

O processo de montagem da parede de drywall pode ser executado pelo instalador, como:

- Marcação e fixação da guia com banda acústica no piso nivelado e limpo;
- Fixação dos montantes nas guias e encontros nas paredes;
- Fixação de apoios metálicos e suportes para caixas de elétrica e quadros, reforços e eletrodutos;
- Colocação de uma das faces da chapa;
- Isolamento termo-acústico;
- Fechamento com chapa na 2ª face da parede;

- Tratamento das juntas e acabamento

Figura 15: Estruturação e chapa de drywall

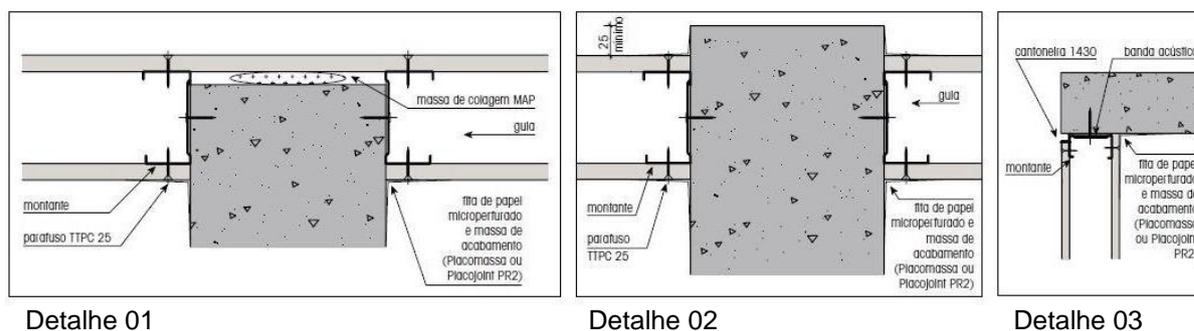


Fonte: Acervo da autora

### 7.1.2. Interface entre sistemas

Na figura abaixo encontram-se detalhes para o desenvolvimento de interfaces entre pilares de concreto e drywall. As três possibilidades na figura abaixo demonstram a recomendação para deixar aparente a interface entre os materiais ou revesti-las completamente (sistema misto entre plaqueamento estruturado e colado). Uma grande quantidade de obras executam projetos que não contemplam detalhes executivos de interfaces entre sistemas, resultando numa das principais causas de patologias nas obras. Esse detalhe, se já contemplado no projeto, potencializa a produtividade, acabamento (evita fissuras entre materiais distintos adjacentes), e mitiga retrabalhos, como reposicionamento de guias e montantes.

Figura 16: Interface entre drywall e subsistemas



Fonte: Placo do Brasil, 2014

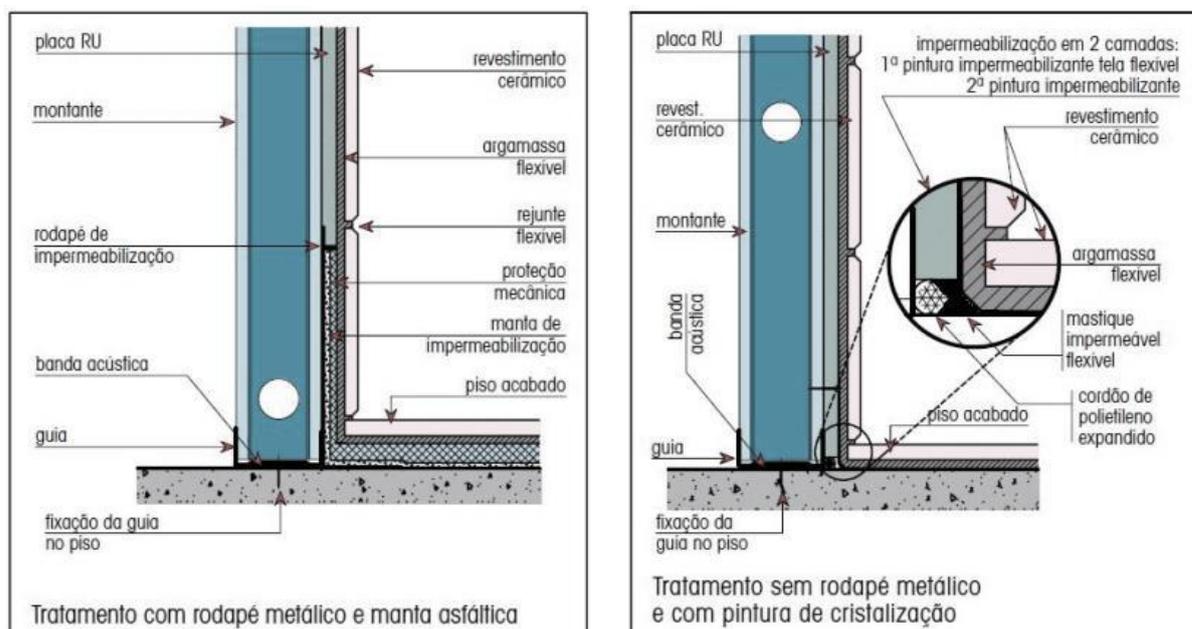
Entre os detalhes acima, o mais comum são os detalhes 1 e 2, pois muitos projetos contemplam superfícies contínuas, ou deixam evidentes as diferenças entre materiais.

### 7.1.3. Impermeabilização

Nas áreas sujeitas a umidade e revestimento cerâmico recomenda-se o uso da placa resistente à umidade, e em áreas como box de banheiro ainda recomenda-se a impermeabilização. Atualmente a utilização de impermeabilização polimérica é a mais comum, principalmente pela facilidade de aplicação e custo benefício no mercado, além dessa alternativa, há a manta asfáltica com o uso de rodapé metálico. A imagem a seguir apresenta os dois tipos de impermeabilização.

Apesar de ser uma prática do mercado, a utilização de uma fiada de alvenaria no shaft para a instalação das chapas resistentes à umidade, os fabricantes de gesso acartonado orientam a instalação do sistema direto no piso. Há evidências de obras que utilizam a primeira fiada com alvenaria, e realizam a instalação do Drywall, porém deve-se ficar atento às fissuras no ponto de encontro dos materiais, e as irregularidades que os blocos de alvenaria podem deixar, resultando em frestas entre a fiada de alvenaria e o sistema Drywall.

Figura 17: Sistemas de impermeabilização

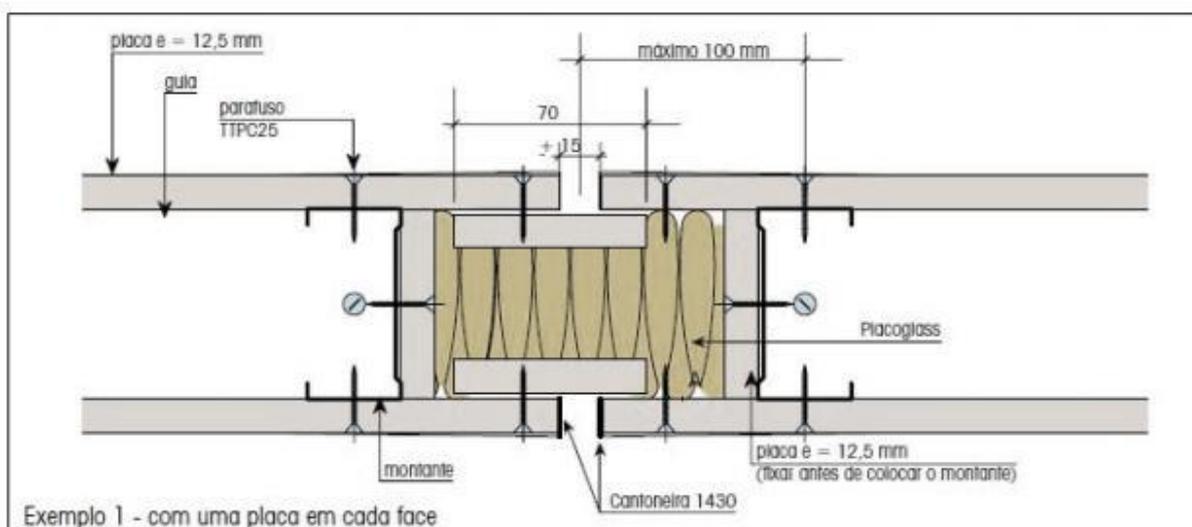


Fonte: Placo do Brasil, 2014.

#### 7.1.4. Juntas de dilatação

No caso da instalação de paredes com comprimentos maiores que 15 metros, é recomendado o uso de cantoneira em formato de “L”, chamada de 1430 por alguns fornecedores, para marcar o ponto de dilatação da parede e para acabamento da lateral da placa.

Figura 18: Juntas de dilatação



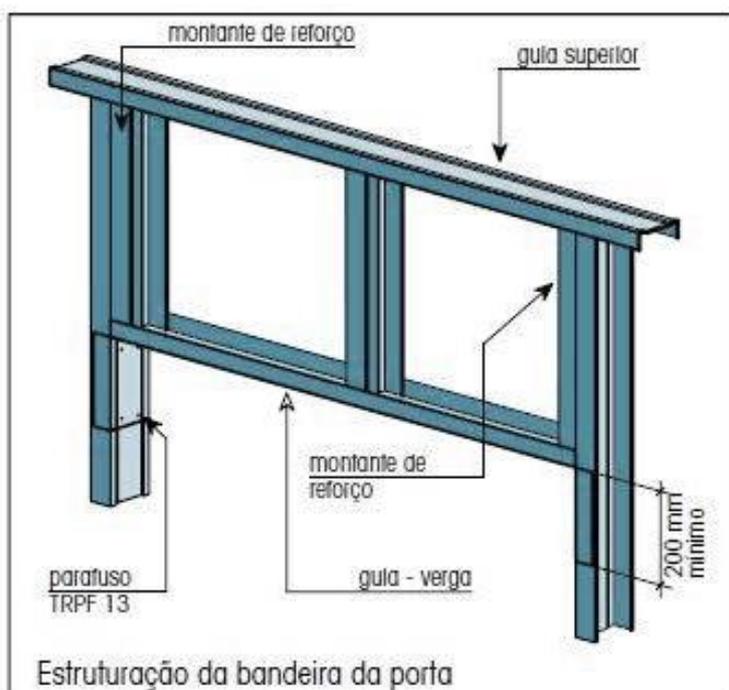
Fonte: Placo do Brasil, 2014.

### 7.1.5. Estruturação de portas

No sistema Drywall, as fissuras em portas é uma das patologias mais comuns encontradas em instalações que não seguem o projeto, com as recomendações básicas previstas também nas normas. Na maioria dos casos essa patologia deve-se a falta da instalação do montante de reforço localizado na bandeira da porta, a falta da virada da guia verga que abraça o montante, e a instalação das placas com a falta do transpasse de 30 cm do vão da porta. Outras patologias na parede do Drywall no geral, inclusive na região próximo das portas, pode estar relacionada com o parafusamento incorreto dos parafusos (placa – metal) e da falta do espaço abaixo da placa (entre o piso e a placa).

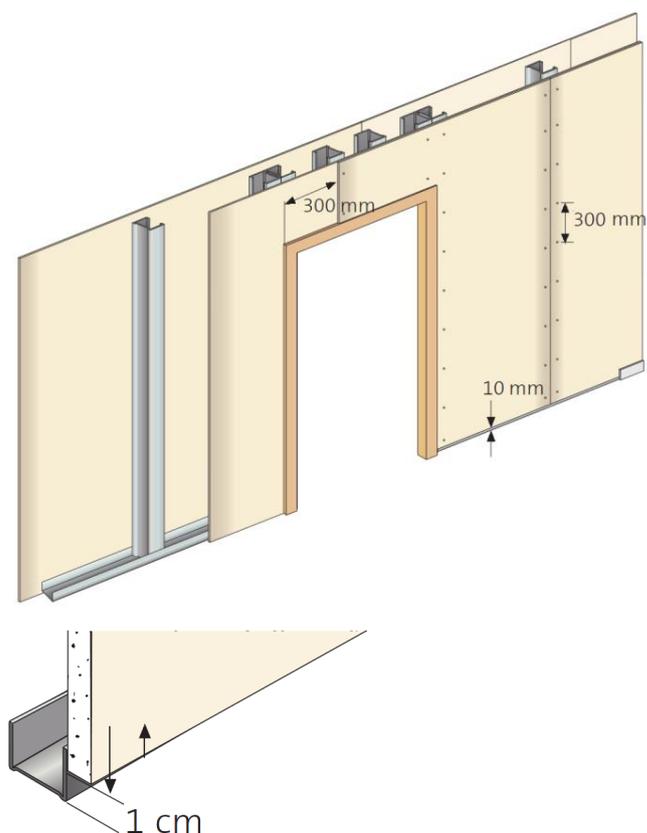
Abaixo segue a figura com os detalhes e dimensões das peças para atender aos esforços solicitados.

Figura 19: Estruturação para vão de porta



Fonte: Placo do Brasil, 2014.

Figura 20: Plaqueamento na região da porta



Fonte: Placo do Brasil, 2014.

O recomendado é que os desenhos para a produção contemplem informações técnicas, com as informações apresentadas, tanto em memoriais quanto em projeto por meio de detalhes inseridos e breve descrições.

#### 7.1.6. Contratação

O sistema drywall de vedação, mão de obra e material, difere da contratação de material de um sistema convencional como a alvenaria. A principal diferença é que o drywall é negociado como um sistema instalado, ou seja, é comercializado na maioria dos casos como contratação global (mão de obra e material) por um preço fixo até a finalização da obra. Nesse modelo, a responsabilidade da gestão do material na obra e da execução é do instalador de drywall. É usual o orçamento, para execução da parede, ser realizado de acordo com a tipologia da parede e reforços previstos, e envolve a variação nos custos do equipamento e colaboradores. Já a remuneração do instalador é medida por meio da produção.

Há alguns casos onde a construtora negocia o material diretamente com o fabricante, principalmente quando há um volume. A quantidade de obras, e o mix (número de itens do sistema a ser comprado do mesmo fabricante) dos materiais, podem representar uma economia expressiva para a construtora na entrega das obras.

Geralmente, essas negociações diretas com o fornecedor envolvem os instaladores da obra, pois ele será o responsável pela gestão do material (desperdício e otimização dos materiais, planejamento de entrega de acordo com a produção das paredes, shafts, revestimentos e forros).

Há muitos instaladores com a prática de oferecer o serviço com material bitributado, essa é a prática mais comum desse mercado no Brasil, encarecendo o sistema. Poucos instaladores oferecem somente a mão de obra como prática das negociações, deixando a cargo da construtora as negociações e escolhas dos materiais. O recomendável é o envolvimento da construtora na contratação do material, pois será garantido um sistema pelo fabricante e serviços envolvidos de treinamento e pós-obra, enquanto que muitas vezes o instalador irá comprar peças de fornecedores diferentes e conseqüentemente perdendo a garantia do sistema pelo fabricante.

Algumas tendências no mercado de Drywall estão evoluindo e caminhando para parcerias entre construtoras e fornecedores, de modo que o fornecedor é o responsável pelo desempenho técnico das instalações do produto no empreendimento, e também responsável pela indicação da mão de obra homologada. Um dos principais fatores, utilizados para a tomada dessa decisão, são as mitigações de patologias, por falta de atendimento às recomendações de instalação pelo fabricante e pelo atendimento as normas vigentes do sistema de Drywall, sendo assim o fabricante fica responsável de ponta a ponta, e oferece suporte pra assistência técnica. O instalador continua emitindo a responsabilidade da instalação, com o adicional de garantia do sistema do fabricante.

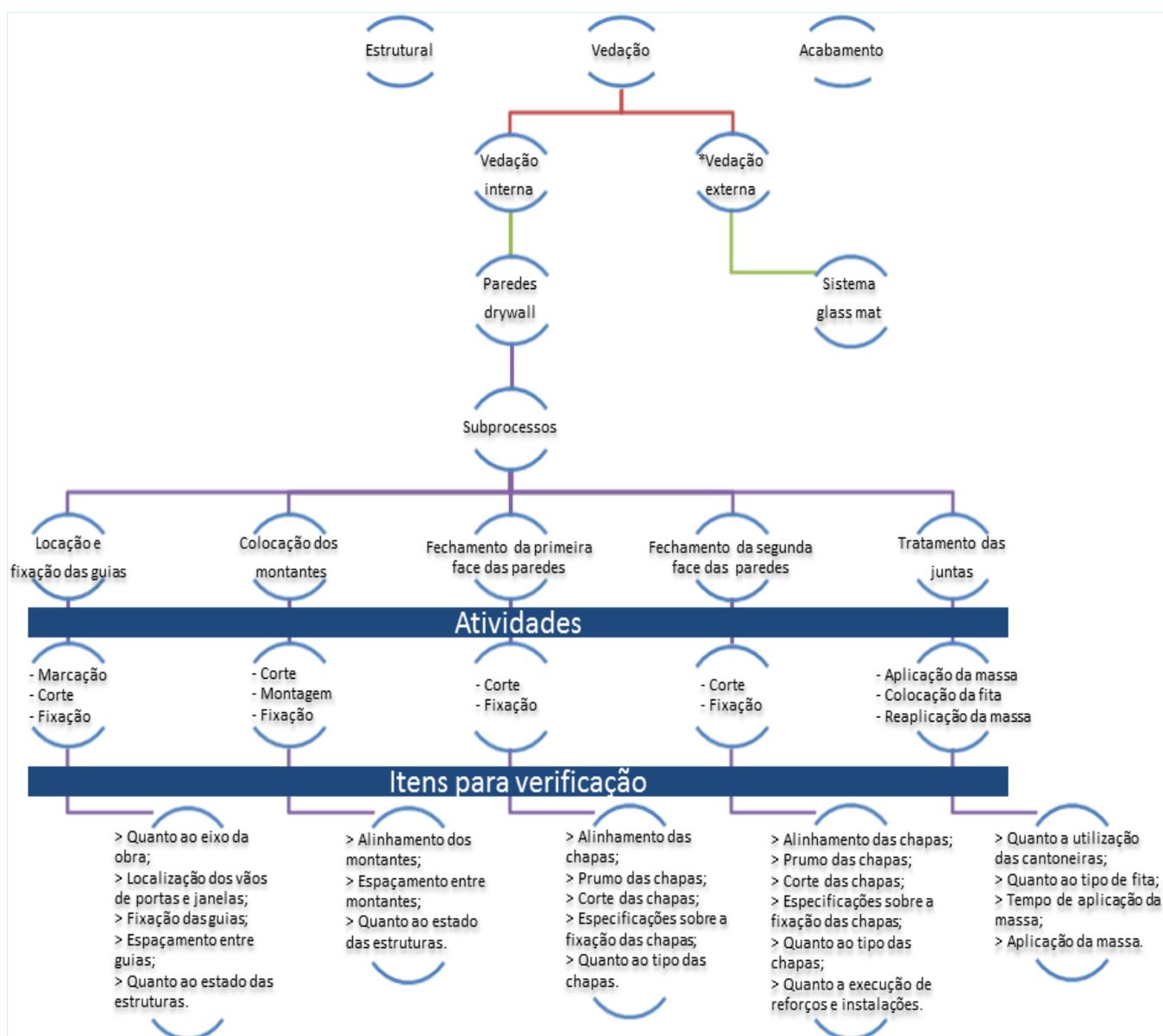
Em relação as infra estruturas, o instalador pode entregar a parede pronta para a pintura, com os eletrodutos e caixas de elétrica instalados (as instalações hidráulicas podem ser adicionadas posteriormente com carenagens, pois evita que a umidade fique dentro das paredes), e o eletricista irá passar o cabeamento através do sistema já instalado dentro das paredes. Dessa maneira é eliminada a interface entre montador e instalador de subsistemas, e o foco permanece na terminalidade

da parede como um todo, com ganho de produtividade e mitigação de retrabalhos por interferências nos serviços entre as equipes de empresas distintas.

### 7.1.7. Cronograma e marcos

A instalação do drywall possui diretrizes de processos para atender o desempenho requerido do sistema. Na figura abaixo segue um fluxo esquemático das atividades e dos principais itens para verificação da execução da parede.

Figura 21: Hierarquia do processo e marcos de paredes de drywall



Fonte: Adaptado NUNES, 2015

No exemplo abaixo, NUNES (2015) exemplifica um cronograma de uma obra, com as vedações internas em Drywall, e o número de dias para a preparação das etapas da obra, antes da instalação do sistema drywall.

Quadro 5: Cronograma da preparação do local

ETAPA	DIA	TAREFA	SITUAÇÃO		
			CONCLUÍDO	EM EXECUÇÃO	
Preparação do local	21 dias antes	Alvenaria de fechamento externo no apartamento		x	
	20 dias antes			x	
	19 dias antes			x	
	18 dias antes			x	
	17 dias antes		x		
	16 dias antes	Fim de semana			
	15 dias antes	Fim de semana			
	14 dias antes	Emboço de fechamento externo no apartamento		x	
	13 dias antes			x	
	12 dias antes			x	
	11 dias antes			x	
	10 dias antes		x		
	9 dias antes	Fim de semana			
	8 dias antes	Fim de semana			
	7 dias antes	Colocação da tubulação elétrica do teto		x	
	6 dias antes	Colocação da tubulação elétrica do contra piso	x		
		Colocação da tubulação hidráulica do contra piso		x	
	5 dias antes	Colocação da tubulação hidráulica do contra piso	x		
		Colocação da tubulação de gás encanado	x		
	4 dias antes	Concretagem e nivelamento do contra piso	x		
	3 dias antes	Chegada e estocagem do material a ser utilizado	x		
Colocação das proteções de abertura (portas e janelas)		x			
2 dias antes	Fim de semana reservado para a cura do contra piso				
1 dias antes	Fim de semana reservado para a cura do contra piso				

Fonte: Adaptado NUNES, 2015

Quadro 6: Cronograma das tarefas de execução do Drywall

ETAPA	DIA	TAREFA	QUANTIDADE EXECUTADA	QUANTIDADE RESTANTE	QUANTIDADE TOTAL	SITUAÇÃO	
						CONCLUÍDO	EM EXECUÇÃO
Execução	1º dia	Marcação e fixação das guias superiores e inferiores	86 metros	0 metro	86 metros	x	
		Colocação de montantes	18 unidades	18 unidades	36 unidades		x
	2º dia	Colocação de montantes	18 unidades	0 unidade	36 unidades	x	
		Fixação de placas de gesso 1º face	23,10 m <sup>2</sup>	37,4 m <sup>2</sup>	69,5 m <sup>2</sup>		x
		Fixação de placas OSB	12,50 m <sup>2</sup>	17,5 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>		x
	3º dia	Colocação das caixinhas elétricas	15 unidades	25 unidades	40 unidades		x
		Fixação de placas de gesso 1º face	37,4 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	60,5 m <sup>2</sup>	x	
		Colocação das caixinhas elétricas	25 unidades	0 unidade	40 unidades	x	
		Fixação de placas OSB	17,5 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>	x	
		Passagem de mangueiras e fios elétricos	50 m	0 m	50 m		x
	4º dia	Tratamento das juntas e arestas 1º camada	30 m <sup>2</sup> de placas	30,5 m <sup>2</sup> de placas	60,5 m <sup>2</sup> de placas		x
		Fechamento das placas de gesso	47 m <sup>2</sup>	13 m <sup>2</sup>	60,5 m <sup>2</sup>		x
		Colocação da lã de vidro	60,5 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	60,5 m <sup>2</sup>	x	
	5º dia	Tratamento das juntas e arestas 1º camada	30,5 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	60,5 m <sup>2</sup>	x	
		Tratamento das juntas e arestas 2º camada	47 m <sup>2</sup> de placas	13 m <sup>2</sup> de placas	60,5 m <sup>2</sup> de placas		x

Fonte: Adaptado NUNES, 2015

É importante observar que o sistema Drywall não requer placas de OSB, pois o sistema drywall já se basta com as placas de gesso e perfis.

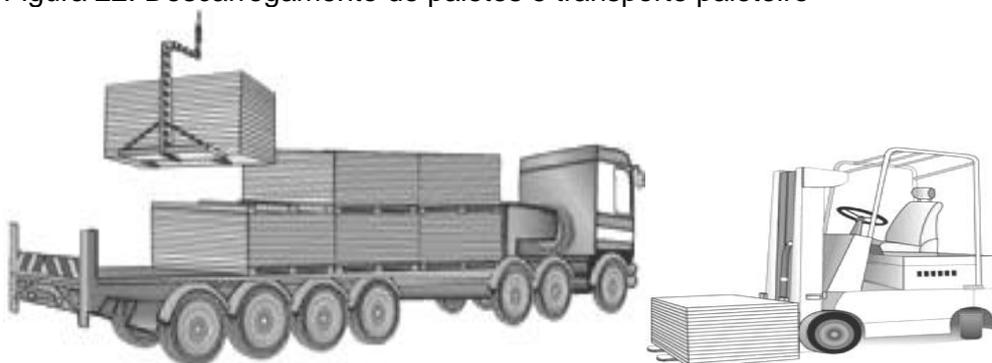
As placas OSB (Oriented Strand Board) são painéis de partículas orientadas, formada por “feixes de fibras com resinas fenólicas, orientados numa mesma direção e então prensados para sua consolidação” (ZENID, 2009). São principalmente utilizadas quando são solicitados esforços de cisalhamento e momento para pendurar e fixar objetos na parede. Porém, como veremos nos próximos capítulos, existem placas de gesso que possuem alta resistência e que substituem a necessidade de reforços.

#### 7.1.8. Chegada do material

Alguns cuidados devem ser tomados no canteiro de obra, durante o recebimento dos componentes, deve-se verificar a integridade antes de iniciar a descarga; no transporte das chapas, é importante que as placas não sejam transportadas soltas e

sim dentro dos paletes, para evitar danos durante a movimentação e armazenagem, já os paletes devem ter cantoneiras de proteção nos pontos em contato com cordas e fitas de amarração utilizadas para a descarga e movimentação do produto; podem ser empilhados no máximo em três paletes e sobre apoios de pontaletes de 7 a 10 cm de largura, espaçados a aproximadamente a cada 40 cm, importante manter o alinhamento dos apoios ao empilhar vários paletes e não se deve, jamais, empilhar chapas curtas em conjunto com chapas longas ou fora de alinhamento. Os paletes podem ser transportadas manualmente ou por empilhadeira.

Figura 22: Descarregamento de paletes e transporte paleteiro



Fonte: Adaptado arquivos internos Placo.

#### 7.1.9. Pedido do material

A realização do pedido é processada internamente na fábrica, e passa por um fluxo de operações de acordo com a proposta comercial e técnica oferecida para o cliente. Antes da realização do pedido, é necessário verificar algumas características da obra como a logística para chegada, descarregamento e armazenagem do material na obra.

Há diversas possibilidades para a solicitação dos paletes, dependendo de cada fabricante, na maioria dos casos os paletes possuem 30 ou 60 chapas de 1,20m x 1,80m, sendo o mais comum a utilização de caminhões de 36 toneladas ou caminhão truck de 14 toneladas para transporte.

Por exemplo, para uma obra que irá utilizar 52mil m<sup>2</sup> de placas ST (1,2m x 2,4m):

- 52mil m<sup>2</sup> -> 1 caminhão de 32 ton -> 3.758,4m<sup>2</sup> placa ST (1,2mx2,4m) por caminhão ->14 caminhões.

Deve-se verificar na obra o processo de transporte das placas, na chegada da obra, para descarregar o material, muitas obras de grande porte possuem guias, sendo assim, será necessário solicitar um caminhão aberto.

As placas de drywall apresentadas nesse trabalho e fornecidas no mercado, possuem densidades diferentes, e dimensões variadas. Sendo assim, é necessário verificar o limite de carga da grua, dimensões da cremalheira, e limite de carga por ponto na laje.

Edificações que possuem volume razoável de placas de gesso, costumam verificar com a fábrica a possibilidade de medidas especiais para compor o pé-direito do empreendimento sem emendas. Isso também resulta num menor desperdício de material.

Para o pedido do material também são solicitados o cronograma da obra de execução e consumo do drywall, pois as placas e acessórios possuem prazos diferentes para produção e entrega, por exemplo, as placas resistentes à umidade podem levar cerca de 14 dias para ficarem prontas para entrega, devido ao seu processo de cura. Enquanto que alguns acessórios como montantes levam cerca de 8 dias para estarem prontos para entrega.

Alguns itens como parafusos costumam ser importados, e algumas tecnologias como placas diferenciais também podem não ser fabricadas nacionalmente, conseqüentemente, é necessário verificar os melhores prazos para manterem os preços acordados no início da obra (devido as possíveis oscilações de câmbio e taxas de fretes).

#### 7.1.10. **Movimentação horizontal e vertical**

Os materiais do sistema drywall são pré-fabricados, com dimensões que favorecem a finalização da obra, isso ocorre pois com uma chapa de gesso acartonado será possível fechar a vedação de uma determinada área, enquanto que o sistema em alvenaria precisará de um número maior de blocos. Isso influencia diretamente no número de movimentações verticais (cremalheira e grua), e horizontais (dentro do canteiro ou do pavimento).

As cremalheiras devem possuir dimensões internas de no mínimo 1,80m x 2,10m, pois devem haver espaço para o palete (1,20m x 1,80m) para a mão de obra que irá transportá-la.

A redução do transporte vertical e horizontal no canteiro de obras, resulta na diminuição da necessidade do número de mão de obra, movimentação, consumo de energia, riscos e contratempos.

Os paletes devem ser abertos na etapa de instalação das placas, e o seu transporte interno no andar podem ser feitos por meio de carrinhos paleteiros. A escolha desses carrinhos deve levar em consideração a análise do transporte horizontal das placas, de acordo com o comprimento das chapas, para impedir a flexão da placa e facilitar a manobra dentro do pavimento. A seguir um exemplo de carrinho paleteiro para Drywall.

Figura 23: Carrinho paleteiro para drywall



Fonte: Drywall cart, disponível em <http://lightsteelframe.eng.br>

No exemplo abaixo, os paletes foram transportados verticalmente por meio de guas, que deixam o material em carrinhos localizados em plataformas, e são movimentados até o local de destino, onde os sistemas serão instalados. Sendo assim, deve-se ter plataformas em cada pavimento, e deve-se verificar a mobilidade e custos envolvidos em cada obra.

Figura 24: Carregamento do caminhão na fábrica



Fonte: Adaptado arquivos internos Placo.

Figura 25: Chegada do caminhão aberto e içamento dos paletes até o andar



Fonte: Adaptado arquivos internos Placo.

Figura 26: Transporte dentro do andar



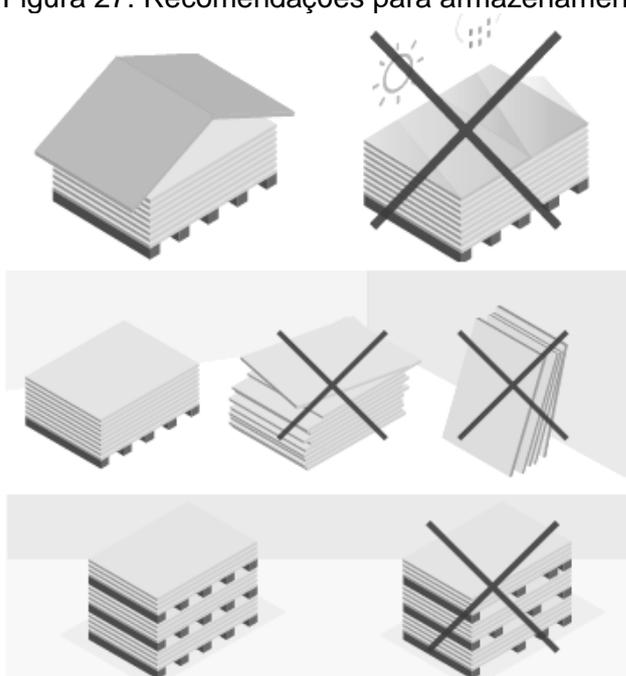
Fonte: Adaptado arquivos internos Placo.

#### 7.1.11. Armazenagem

O canteiro deverá ter espaço disponível para a armazenagem correta dos insumos, e uma estrutura composta por uma bancada e uma mesa capaz de proporcionar cortes perfeitos dos perfis e a montagem dos painéis conforme os projetos.

O estoque faz parte do processo, e se a disposição dos paletes forem feitos no local da aplicação, isso irá evitar danificações nas chapas e deslocamentos desnecessários. A organização do canteiro tem um grande impacto na produtividade da equipe, assim como a logística e suprimento de materiais. Além disso, os paletes devem ser armazenados em locais abrigados de intempéries, e em locais planos, com as chapas alinhadas entre si, no sentido horizontal.

Figura 27: Recomendações para armazenamento das placas de drywall



Fonte: Adaptado arquivos internos Placo.

#### 7.1.12. Resíduos

A montagem do sistema Drywall gera uma quantidade pequena de entulho, pois o processo de execução da instalação mitiga desperdícios. E durante o processo da obra, não é preciso “rasgar e quebrar” para a execução das instalações prediais.

As perdas no canteiro de obras com relação as chapas de gesso acartonado, segundo a Associação Drywall, é da ordem de 3% a 5% do consumo, e os retalhos de chapas de gesso acartonado resultantes do processo de montagem do sistema, representam a maior parte do resíduo (ASSOCIAÇÃO DRYWALL, 2014).

No canteiro de obras, é importante observar a disposição das caçambas, e que geralmente as disponíveis no mercado possuem o volume de 4m<sup>3</sup> e 20m<sup>3</sup>, e são escolhidas de acordo com o cronograma e volume de resíduo gerado na obra, e os custos relacionados com a destinação final do gesso.

#### 7.1.13. Produtividade

RUP é a razão entre as horas trabalhadas pelo total de serviço executado, portanto aumentando o número de colaboradores, iria aumentar as horas trabalhadas e conseqüentemente o total de serviço performedo manteria a produtividade constante. Contudo, há um limite para o crescimento, pois num determinado tempo o

aumento do total de pessoas num pavimento iria causar a queda produtividade da mão de obra.

Embora o drywall tenha uma alta produtividade do que a alvenaria, os serviços do caminho crítico não são afetados por esse aumento na velocidade, não gerando impacto no prazo do trabalho. Para se beneficiar ao máximo da produtividade do drywall, seria necessário executar os outros serviços com a tecnologia adequada. Por exemplo, se a vedação externa é executada com o sistema light steel framing com substratos a base de gesso ou cimentício, ou mesmo vedação com aço pesado, a possibilidade do ganho no prazo do serviço do drywall interno poderia implementar significativo ganho no impacto da redução de prazo como um todo (INOVATECH, 2015).

O planejamento, projeto, execução do sistema drywall e o processo como um todo, solicita mão de obra direta e indireta que compreendam e tenham a visão sistêmica do desempenho dessa solução. É intrínseco desse processo de montagem, a execução de poucas etapas, além das características dos componentes, como o peso leve e qualidade dimensionais da fabricação, o que contribui para promover a alta velocidade para a finalização do serviço, com média de 30m<sup>2</sup> de parede por dia, por dupla de montadores.

Como estudo de caso, na publicação da Construção Mercado ed. 136 (2012), foi mencionado que “a velocidade de execução é outro ponto favorável ao drywall, que também diminui retrabalhos e entulhos. Enquanto o rendimento médio de uma parede de alvenaria por funcionário, sem incluir revestimento, é de 15 m<sup>2</sup> a 20 m<sup>2</sup> por dia, uma parede de drywall por operário chega próximo aos 40 m<sup>2</sup>. O tempo previsto para a execução do prédio com alvenaria gira em torno de dez meses; com gesso acartonado será de sete meses”. É importante destacar que, apesar de existirem publicações com comparações entre drywal e alvenaria sem revestimento, a comparação equivalente entre os sistemas, deve referir-se a parede de alvenaria com revestimento (reboco ou gesso) pronta para pintura, pois o Drywall por resultar numa parede plana, e a sua execução pula as etapas desses revestimentos necessários na alvenaria. Sendo assim, a produtividade do Drywall é maior do que o valor informado na publicação acima.

#### 7.1.14. **Condições de início para a instalação do Drywall**

Atividades predecessoras às instalações do Drywall são essenciais para convergir com a qualidade e desempenho esperado para o sistema. O local para a execução do Drywall deve possuir condições de início como:

- Condições de chegada:
  - O piso do andar de possui planicidade e tratamento para recebimento e instalação do sistema;
  - Não deve ser realizado o contra piso após a instalação do Drywall;
  - A impermeabilização da laje do pavimento superior já deve ter sido realizada;
  - O pavimento deve estar seco;
  - A proteção do andar contra a umidade de incidências indiretas de intempéries, como a instalação de caixilhos ou proteções provisórias, já devem ter sido realizadas.

Verifica-se que os pontos principais como umidade e regularizações da obra, estão relacionadas com o cronograma e conseqüentemente com o planejamento das etapas de obra.

### 7.2. **Sustentabilidade**

#### 7.2.1. **Conceitos principais**

As atividades da construção civil envolvem grande consumo de recursos do planeta, e geração de resíduos. O Conselho Internacional da Construção (CIB), estima que mais de 50% dos resíduos sólidos são gerados pelo conjunto das atividades provenientes da indústria da construção.

O relatório final da comissão de Brundtland, 1987, propunha a recomendação do uso de recursos naturais que atendesse às atuais necessidades da humanidade, preservando o meio ambiente, de modo que as futuras gerações poderiam também atender suas necessidades (Goldemberg, 2011).

O tripé ambiente-economia-sociedade deve ser considerado de maneira integrada, o desafio de fazer a economia evoluir, atendendo às expectativas da sociedade e mantendo o ambiente sadio para esta e futuras gerações.

Um edifício é considerado como sustentável se for saudável e confortável, possuindo mínimo de impacto ambiental através do seu ciclo de vida, e sendo economicamente viável e apresentando o melhor custo-benefício.

### **7.2.2. O uso do Drywall no edifício sustentável**

A mitigação dos impactos ambientais causados pela construção civil, está intrinsicamente associado ao momento das escolhas dos materiais. Os decisores finais da compra do material devem selecionar fornecedores comprometidos com a fabricação de produtos sustentáveis, com o uso de tecnologia eficiente que contribua para os requisitos de uma construção ambientalmente responsável.

O drywall possui participação nos requisitos de construções sustentáveis, com a contribuição de conteúdo reciclado, flexibilidade no layout, reaproveitamento de materiais no momento da reforma, qualidade ambiental interna, desempenho acústico e térmico e conteúdo reciclável.

Dentre as atuais certificações ambientais, o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), são os mais difundidos no mercado da construção civil brasileira.

Dentre as categorias do crédito LEED, o sistema drywall contribui principalmente com Materiais e Recursos (Materials & Resources - MR) e qualidade interna ambiental (Indoor Environmental Quality - IEQ).

### **7.2.3. Conteúdo Reciclado**

Alguns fabricantes no Brasil estão desenvolvendo o aproveitamento das placas de gesso reciclado, e aproveitando do *scrap* para a produção de novas placas de gesso. Podem ser reciclados o gesso e o papel, e as porcentagens de aproveitamento variam de acordo com o fabricante.

### **7.2.4. Materiais Regionais**

Atualmente a principal matéria prima do gesso, o minério gipsita, é extraído de fontes no Nordeste Brasileiro, e dentro de uma distância especificada de um canteiro de obras, algumas certificações atribuem com créditos para essas pontuações.

### **7.2.5. Qualidade Ambiental Interna**

O gesso do drywall é composto por sulfato de cálcio hidratado, material inerte e não tóxico. A instalação desses painéis nas construções, são compatíveis com a

qualidade do ar interno. E em sua formulação são utilizados componentes para mitigar a formação de mofo e fungos.

#### **7.2.6. Desperdícios, resíduos e transporte**

O drywall é um sistema industrializado, e devido ao processo de fabricação utilizado, as dimensões dos componentes são precisas. As dimensões e tecnologia das placas de gesso e etapas de montagem, permite um processo eficiente e produtivo no canteiro de obras. Desde que sejam realizados os processos de montagens desse sistema de acordo com o projeto de produção, os desperdícios em obra serão mínimos. A redução do volume de material transportado pode chegar até 75%, influenciando diretamente na logística da obra (Placo do Brasil, 2014).

Refletindo diretamente no volume de entulho, a precisão da instalação do sistema possui indicadores de desperdício que não passam de 5%, contra 25% dos sistemas tradicionais e, além disso os resíduos podem ser reciclados (Placo do Brasil, 2014).

Os resíduos do drywall são 100% recicláveis, tanto os componentes, chapas e perfis. A separação inicial dos materiais são feitos na obra, e devem ser destinados para locais específicos (Associação Drywall, 2014).

O descarte de resíduos gerados pela alvenaria, deve-se a fatores como o reparo nos erros de execução, como a inclusão de passagens de tubulações elétricas e hidráulicas, e durante o assentamento dos blocos, as adaptações das dimensões e quebras podem gerar mais resíduos. Enquanto que no drywall a manutenção é facilitada, pois as adaptações nas dimensões e reparos podem ser feitos com o uso de estilete, evitando desperdícios.

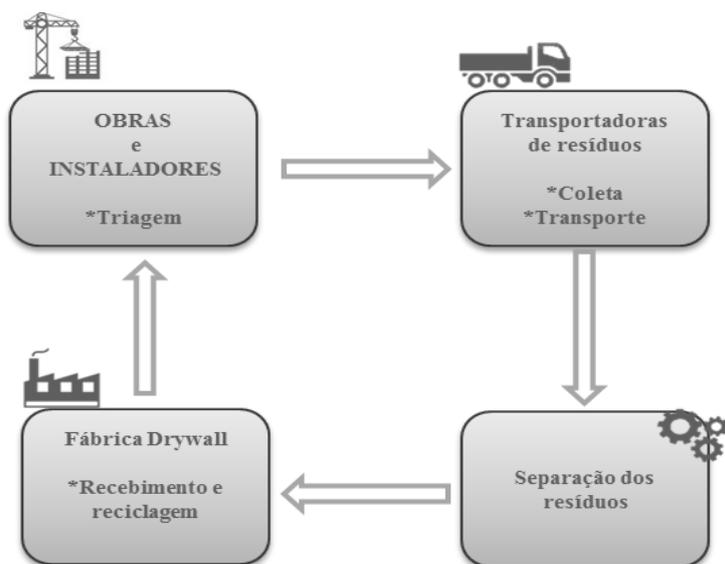
Projetos de vedação de Drywall, com detalhes para execução em obra, são ferramentas essenciais para mitigar desperdícios de tempo, resíduos e movimentações desnecessárias. No momento de executar a compra do material, se o projeto estiver com paginações, é possível a compra da chapa na altura do pé-direito, reduzindo significativamente o volume de descarte nos andares. E com o desenvolvimento do projetos com os detalhes executivos, é possível potencializar a produtividade com a utilização de portas prontas, cujo sistema é pronto para instalação, favorecendo a alta precisão do sistema da parede.



(Controle de Transporte de Resíduos), adotada pelo Limpurb (Departamento de Limpeza Urbana).

Atualmente a fabricante Placo do Brasil, com planta localizada em Mogi das Cruzes – SP, e Feira de Santana – BA, oferece a possibilidade de logística reversa com emissão de certificado de destinação. Abaixo segue um fluxo esquemático do fluxo da logística reversa das placas de gesso.

Figura 29: Esquema do fluxo da logística reversa da Placo do Brasil



Fonte: Interno Placo do Brasil (adaptado)

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 8.1. Conclusões do trabalho

A maioria das tecnologias na construção civil encontram barreiras para a sua inserção, devido principalmente a falta do alinhamento na cadeia entre fabricantes-projetistas - mão de obra – construtoras – usuários finais.

Os fabricantes desenvolvem os produtos, inovações promovidas para o mercado ou segmento foco. Porém, informações claras, objetivas e que atendam às demandas dos projetistas são pouco trabalhadas e disponibilizadas no mercado brasileiro. Provavelmente, o déficit estejam em fatores como a carência de instituições técnicas avaliadoras, disponibilidade de organizações que certifiquem o desempenho do sistema, e o custo e o tempo excessivos para o progresso dessas informações serem desenvolvidas.

O mercado brasileiro possui uma cultura intrínseca na construção civil, onde o consenso geral é que a obra irá resolver os detalhes construtivos do projeto. Dessa maneira, muitos projetistas deixam de elaborar especificações executivas nos projetos para a obra, delegando para projetistas de vedações ou para a obra. As justificativas para tal baseiam-se em fatores como a falta de credibilidade ou usabilidade que o executor final atribui ao projeto.

A mão de obra, especificamente os instaladores de Drywall, possuem maneiras de realizarem a montagem do sistema, antes mesmo da publicação da norma brasileira. Na maioria dos casos, poucos atualizam-se com os procedimentos, testes e normas vigentes. As negligências das recomendações contribuem para a perpetuação de patologias e preconceitos do sistema. E como na maioria dos casos, projetos possuem poucos detalhes executivos, os próprios instaladores decidem na etapa de execução o procedimento de montagem.

As construtoras possuem orçamentos apertados, e poucos investem em departamentos de qualidade que verificam e desenvolvem processos para verificação da instalação, e a sua qualidade de acordo com as normas vigentes. E na etapa de contratação, o departamento de suprimentos, com poucos conhecimentos do sistema que está sendo contratado, escolhe pelo preço e muitas vezes por instaladores desqualificados, que irão contribuir para os retrabalho e os desperdícios na obra, resultando em custos maiores do que inicialmente previstos.

Há diversas tecnologias disponibilizadas no mercado, principalmente no segmento de construção a seco, porém poucas informações são disponibilizadas de maneira inteligível para o usuário final.

Conclui-se que inovações tecnológicas são atualmente disponibilizadas, para atender a demandas de desempenho do sistema na construção civil. Porém, para serem eficientes e efetivas, toda a cadeia precisa estar adaptada e preparada para o uso, ou o efeito pode ser contrário ao planejado inicialmente. Ao invés das inovações contribuírem para edificações eficientes, se não forem adequadamente planejadas, poderão resultar em construções falhas com vida útil prejudicadas.

O roteiro desenvolvido nesse trabalho, através dos capítulos, apresenta as etapas analíticas para o planejamento, para a mitigação de barreiras e problemas decorrentes do processo de inserção de inovação tecnológica, e para a potencialização dos benefícios relacionados com o sistema Drywall em edificações. No último capítulo, o roteiro, verifica-se que as principais análises podem ser feitas para outras tecnologias, como guia simplificado a partir do desenvolvimento dos capítulos sobre o Drywall.

## 9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Manual de projeto de sistemas drywall: paredes, forros e revestimentos**. São Paulo, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Desempenho acústico em sistemas drywall**. São Paulo, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Resíduos de gesso na construção civil. Coleta, armazenagem, e reciclagem**. São Paulo, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Números do segmento**. São Paulo, 2013. In: [www.drywall.org.br/index.php/6/numeros-do-segmento](http://www.drywall.org.br/index.php/6/numeros-do-segmento). Acessado em junho de 2018.

BARBOSA, A.A.; FERRAZ, A.V.; SANTOS, G.A. **Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso beta obtido do pólo do Araripe**. Campus Juazeiro, BA, 2014.

BOCCHILE, Claudia. **Como avaliar o fornecedor**. Revista Construção Mercado, São Paulo, ed. 3, 2009.

BRITISH GYPSUM. **Environmental Product Declaration**. Glasroc F Multiboard. 2014. Disponível em <https://www.gyproc.se/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/Environmental-SE/EPD-6mm-Glasroc-F-MULTIBOARD.pdf>  
Acessado em dezembro de 2018.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Produtividade na Construção Civil**. 2012.

CARDOSO, Luiz Reynaldo de Azevedo. **Metodologia de avaliação de custos de inovações tecnológicas na produção de habitações de interesse social**. São Paulo, 1999.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO (CBCA). **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para light steel frame e drywall**. São Paulo, 2018.

CEOTTO, L. H. **Sistemas construtivos. Drywall versus alvenaria convencional**. São Paulo, 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011**.

CONSTRUÇÃO MERCADO. **Alvenaria de tijolos cerâmicos x Drywall**. São Paulo, ed. 136 – novembro de 2012.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº08 – Segurança estrutural contra incêndio**. São Paulo, 2018.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 10 – Controle de materiais de acabamento e de revestimento**. São Paulo, 2018.

COSTA, Amanda T.; NASCIMENTO, Felipe B. C. **Uso de gesso acartonado em vedações internas**. In Cadernos de graduação, 2015.

FERRETI, L.; BELLEMO, I.S.; MORAES, V.D. de; OLIVEIRA, C.T.A. **A manutenção de sistemas construtivos inovadores.** In: 1º Workshop de Integração da rede de Pesquisa INOVATEC FINEP, 2012, São Carlos.

INOVATEC CONSULTORES ASSOCIADOS. **Comparative study between drywall and conventional masonry blocks for internal sealing of buildings.** Technical final report, 2015.

JUNIOR, I. F.; AMARAL, T. G. do. **Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil.** In *Ciência et Praxis* V.1, N. 2, 2018.

MARQUES, D. V. P. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

MINISTÉRIOS DAS CIDADES. Diretriz SINAT nº 03 Revisão 01. Sistemas construtivos estruturado sem perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “*Light Steel Framing*”). Brasília: 2012.

NUNES, H. P. **Estudo da aplicação do Drywall em edificação vertical.** Paraná: UTFPR, 2015.

OLIVEIRA, Ana Beatriz de Figueiredo. **Inserção de Sistemas Construtivos Industrializados de Ciclo Aberto Estruturados em Aço no Mercado da Construção Civil Residencial Brasileira.** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto; 2013.

OLIVEIRA, R. S.; LUCA, C. R.; TORRES, P. M. G.; FILHO, C. M.; SANCHEZ, P.; ADDOR, M.; AOYAGUI, V. **Construção Seca – Drywall.** Debates técnicos, In *Revista Construção e Mercado.* São Paulo, jan. 2009.

OLIVEIRA, DYANA R. B. **Estudo comparativo de alternativas para vedações internas de edificações.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013.

PLACO DO BRASIL. **Guia Placo soluções construtivas**. 2014. In: <http://www.placo.com.br>

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 08/2018. Resistência ao fogo dos elementos de construção**. São Paulo, 2018.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. In: Revista técnico-científica do CREA-PR, outubro de 2013.

POUBEL, M. F. G.; GUARDIA, L. E. T.; QUALHARINI, E. L. **Gerenciamento de custos no sistema construtivo de gesso acartonado, “drywall”**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2005.

RIBEIRO, Mário V. de M. R. **Vantagens da Padronização Aplicada aos Processos Executivos de Obras de Edificações**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

SABBATINI, F.H. O processo de produção das vedações verticais leves de gesso acartonado. Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios Vedações Verticais. São Paulo, 1998.

SILVA, S. R. B. **Desempenho acústico**. In: 12º Congresso de materiais, tecnologia, meio ambiente e sustentabilidade na construção. Belo Horizonte, jun 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA. **Diferença entre testes de desempenho acústico em laboratório e campo em paredes de alvenaria e Drywall**. In: XXIII Encontro SOBRAC.

TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**. São Paulo: Escola Politécnica, 1999.

TECNOLOGIA E QUALIDADE DE SISTEMAS EM ENGENHARIA (TESIS). **Avaliação do desempenho de sistema de vedação vertical interna – SVVI em**

**drywall com chapas de gesso em relação à NBR 15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho.** In: Relatório Técnico de Avaliação de Desempenho – 1181/RT020A, São Paulo, jan. 2015.

VALOR ECONÔMICO. **Boom imobiliário estimula mercado de drywall no país.** 2010. In: [www.investe.sp.gov.br/noticia/boom-imobiliario-estimula-mercado-de-drywall-no-pais](http://www.investe.sp.gov.br/noticia/boom-imobiliario-estimula-mercado-de-drywall-no-pais). Acessado em janeiro de 2019.

ZENID, G. J. **Madeira: uso sustentável na construção civil.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009.

## Anexo A

FATORES IMPACTANTES NO CUSTO FINAL DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO E REVESTIMENTO	ALVENARIA CONVENCIONAL REVESTIDA <sup>a</sup>	LIGHT STEEL FRAMING <sup>b</sup>	PAINÉIS METÁLICOS ISOLANTES <sup>c</sup>	PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO <sup>d</sup>	FACHADA COM VIDRO		FACHADA COM VIDRO UNITIZADO <sup>f</sup>	REVESTIMENTOS VENTILADO E CORTINA		
					STICK <sup>e</sup>			PLACAS CERÂMICAS <sup>g</sup>	PAINÉIS DE ACM <sup>h</sup>	PLACAS DE GRANITO <sup>i</sup>
Logística da obra <sup>1</sup>	•••••	•••	••	•••••	•••••	•••••	•••	•••	•••	•••
Necessidade de equipamento <sup>2</sup>	•	••	•••	•••••	•••••	•••••	•••••	••	••	••
Nível de pré-montagem <sup>3</sup>	•••••	•••••	•	•	•	•	•	•••	•••	•••
Velocidade de montagem <sup>4</sup>	•••••	•••••	•	•••	•••	••	••	•••	•••	•••
Ajustes durante a montagem <sup>5</sup>	•	••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••	•••	•••
Terminalidade <sup>6</sup>	•••••	•••••	••	•••••	•••••	••	••	•	••	•••
Necessidade de acabamento final <sup>7</sup>	•••••	•••	•	••	••	•	•	•	•	••
Incremento de desempenho acústico <sup>8</sup>	•	•••	•••	••	••	•••••	•••••	N.A.	N.A.	N.A.
Incremento de desempenho térmico <sup>9</sup>	•	••	••	•••	•••	•••••	•••••	••	••	••
Incremento de segurança contra incêndio <sup>10</sup>	•	••	••	•	•	•••••	•••••	N.A.	N.A.	N.A.
Incremento em durabilidade <sup>11</sup>	••	•••	•••••	••	••	••	••	••	••	••
Manutenabilidade <sup>12</sup>	•••	•••	••	••	••	•••••	•••••	•	•••	••
Cadeia Produtiva <sup>13</sup>	•	•••••	•••	••	••	•••	•••	•••	••	••
Contrato e responsabilidade técnica <sup>14</sup>	•••••	•••••	•	••	••	•	•	••	••	••
Estimativa de preço (R\$/m <sup>2</sup> ) <sup>15</sup>	140,00-180,00	270,00-320,00	160,00-400,00	350,00-500,00	700,00-1900,00	900,00-2200,00	350,00-700,00	250,00-350,00	300,00-500,00	

Fonte: Manual CBCA [http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual\\_de\\_vedacoes.pdf](http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual_de_vedacoes.pdf)

