**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

**CENTRO TECNOLÓGICO – ENGENHARIA CIVIL**

**João Victor de Oliveira Dias**

**Kaio José Firmino Pevidor**

# COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E GESSO ACARTONADO COM A TECNOLOGIA ICF – *Insulated Concrete Forms*

**VITÓRIA**

**2021**

JOÃO VICTOR DE OLIVEIRA DIAS
KAIO JOSÉ FIRMINO PEVIDOR

# COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E GESSO ACARTONADO COM A TECNOLOGIA ICF –

Trabalho de Conclusão de Curso dos alunos João Victor de Oliveira Dias e Kaio José Firmino Pevidor, apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

**Orientador:** Prof. Dr Milton Paulino da Costa Junior
**Coorientador:** Prof. Herbert Barbosa Carneiro

**VITÓRIA**

**2021**

JOÃO VICTOR DE OLIVEIRA DIAS

KAIO JOSÉ FIRMINO PEVIDOR

**COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DOS SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E GESSO ACARTONADO COM A TECNOLOGIA ICF – *Insulated Concrete Forms***

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

_____

Prof. Herbert Barbosa Carneiro

Coorientador

_____

Prof. Dr. Geraldo Rossoni Sisquini

Examinador

_____

Eng. Civil Jardel Azevedo Dias

Examinador

**VITÓRIA – ES, 14 de outubro de 2021**

# RESUMO

Ao longo os últimos anos, houve grandes avanços em várias tecnologias construtivas, com a inserção de novos materiais e novos métodos construtivos. Um dos sistemas que se beneficiou deste crescimento foi o de vedações verticais, oferecendo mais opções além da tradicional alvenaria de blocos cerâmicos. Apesar disso, há uma certa barreira a ser vencida para que estas novas tecnologias sejam, de fato, inseridas no mercado, como o custo, o preconceito com o novo e a falta de mão-de-obra qualificada, dentre outros fatores que impedem maior aplicação destas tecnologias. Dentre os sistemas que ganham destaque, tem-se o de gesso acartonado, que atualmente já se encontra mais consolidado no mercado tanto nacional quanto mundial, e o ICF – *Insulating Concrete Forms,* que ainda é pouco explorado no Brasil, mas em nível internacional já se apresenta bem aceito com larga aplicação.

Diante destas opções apresentadas o trabalho tem como objetivo principal avaliar os custos unitários de cada sistema, tanto aqueles provenientes de bases de dados nacionais quanto os oriundos de construtoras localizadas na Grande Vitória, compará-los entre si e também com os apresentados em revisão bibliográfica.

Como resultado, pode-se constatar que os custos unitários elaborados pelas construtoras para execução dos seus serviços de vedação vertical são menores quando comparado a base de dados nacional, nesse caso, o SINAPI. Quanto a comparação de custos entre os diferentes sistemas analisados, observa-se que a comparação direta apresenta o ICF como o mais caro, vindo logo após, o gesso acartonado. No entanto, para uma análise mais justa, foi também verificado os custos para execução de uma parede acabada e prumada, ou seja, pronta para etapa de revestimento. Verificou-se, assim, que a alvenaria de blocos cerâmicos se tornou mais oneroso dentre ou três, vindo em sequência o ICF.

Outro detalhe constatado é que, o gesso acartonado permite uma maior flexibilidade no uso de diferentes configurações de parede, permitindo assim o uso mínimo necessário para atender as necessidades de uma edificação. O que torna o sistema mais econômico dentre os estudados. Já a alvenaria de blocos cerâmicos e o sistema ICF não tem tamanha flexibilidade. Embora esse último possui um excelente benefício dentre todos, visto que essa entrega padrões de qualidade e de conforto térmico e acústico superiores a média dos demais.

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Especificações exigidas para os blocos cerâmicos de vedação.....19
Figura 2 - Tipos de juntas para elevação da alvenaria de bloco cerâmico conforme NBR 8545.....20
Figura 3 - Marcação da primeira fiada de blocos da alvenaria .....21
Figura 4 - Elevação de alvenaria de blocos cerâmicos.....22
Figura 5 - Exemplo de materiais que contribuem no reforço entre alvenaria e estrutura...23
Figura 6 - Alvenarias com junta de amarração entre elas.....23
Figura 7 - Posicionamento das vergas e contravergas na parede de alvenaria de blocos cerâmicos .....25
Figura 8 - Abertura feita pela fresa .....25
Figura 9 - Consumo histórico anual de chapas de gesso acartonado no Brasil, em milhões de m².....28
Figura 10 - Tipos de chapas de gesso acartonado.....29
Figura 11 - Posicionamento entre guia e montante (a) e disposição dos perfis na parede (b) .....30
Figura 12 - Tipos de parafusos e suas aplicações.....31
Figura 13 - Acessórios empregados no sistema de vedação em Drywall.....32
Figura 14 - Fitas utilizadas na parede de gesso acartonado .....33
Figura 15 - Sequência de atividades para execução do sistema de vedação em gesso acartonado.....34
Figura 16 - Locação e fixação das guias. .....35
Figura 17 - Conexão entre guia e montante .....35
Figura 18 - Conexão do montante e da guia no vão de porta.....36
Figura 19 - Exemplo de reforço em madeira para fixação de cargas suspensas .....36
Figura 20 - Fixação e recuo em relação ao chão das chapas de gesso acartonado.....37
Figura 21 - Passagem de eletrodutos nas paredes de *drywall* .....38
Figura 22 - Bloco ARXX VEDA.....41
Figura 23 - Execução da primeira fiada de blocos.....42
Figura 24 - Instalação elétrica embutida na parede.....43
Figura 25 - Fluxograma das etapas da metodologia.....46
Figura 26 - Bloco de ICF modelo AV40 .....48

# LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Informações do documento do SINAPI.....50
Tabela 2 - Composição do serviço de alvenaria de blocos cerâmicos .....51
Tabela 3 - Cotação do serviço de alvenaria de blocos cerâmicos.....52
Tabela 4 - Composição do serviço de paredes com gesso acartonado.....53
Tabela 5 - Cotação do serviço de execução de paredes de drywall.....54
Tabela 6 - Composição do serviço de ICF.....57
Tabela 7 - Proporções entre Mão de Obra e Material para execução das paredes em estudo.....59
Tabela 8 - Custos de uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos acabada com base no SINAPI.....60
Tabela 9 - Detalhamento de quantitativos e custos de materiais ARXX Veda.....61
Tabela 10 - Custos médios considerando todas as paredes como acabadas.....64

# SUMÁRIO

**1 INTRODUÇÃO ..... 10**

1.1 Justificativa ..... 11
1.2 Objetivos ..... 12
1.2.1 Objetivos gerais ..... 12
1.2.2 Objetivos específicos ..... 12
1.3 Estrutura do Trabalho ..... 12

**2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ..... 14**

2.1 Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE) ..... 14
2.1.1 Classificações ..... 15
2.2 Alvenaria de Bloco Cerâmico ..... 17
*2.3* Gesso Acartonado – *Drywall* ..... 27
2.4 *Insulating Concrete Forms* - ICF ..... 41

**3 METODOLOGIA ..... 46**

3.1 Considerações Iniciais ..... 47
3.2 Bases de Dados Utilizadas ..... 49
3.3 Apresentação das Composições e Avaliação dos Valores ..... 49

**4 RESULTADOS ..... 50**

4.1 Alvenaria de Bloco Cerâmico ..... 50
4.2 Painéis de Gesso Acartonado – Drywall ..... 52
4.3 ICF – Insulating Concrete Forms ..... 55

**5 CONCLUSÃO ..... 63**

**6 REFERÊNCIAS ..... 66**

# 1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil está em constante busca no que diz respeito aos aspectos de atendimento à sociedade, respeito ao meio ambiente e evolução da economia. A harmonia entre estes três pilares é fundamental para que o desenvolvimento sustentável ocorra no setor. Entretanto, o contexto atual é o de desencontro em algumas áreas deste segmento: Apesar de existirem significativos avanços nas pesquisas sobre novos materiais e também grande conhecimento dos já existentes, os padrões de construção bem como os currículos acadêmicos se mantêm presos às técnicas tradicionais e, por vezes, ultrapassadas, não tendo o maior aproveitamento dos materiais disponíveis atualmente, sem proporcionar o crescimento sustentável que se espera deste setor (SCHIMIDT; ALEXANDER; JOHN, 2018).

Diante disso, surge a necessidade de aprimorar aplicação prática destes novos conceitos, a fim de integrar todas as disciplinas do segmento da construção civil e alcançar o progresso em conjunto das mesmas, desenvolvendo construções mais inteligentes e sustentáveis. Tal motivação é respaldada no fato de que a construção civil responde por grande parcela de geração de resíduos sólidos, bem como emissões de $CO_2$ e extração de matérias-primas da Terra.

Um sistema com grande relevância nestes aspectos mencionados é o de vedação vertical interna e externa pois impacta fortemente tanto no custo final da obra quanto no desempenho que ela irá oferecer, além disso, sua escolha é influenciada diretamente por imposições arquitetônicas, rotinas construtivas e infraestrutura disponível na região. Diante destas características, cabe à engenharia buscar soluções construtivas que integrem todos os aspectos necessários garantindo maior economia e produtividade (MINOTTO; VARGAS, 2011).

De acordo com Marques (2013), a parcela de custo do elemento do qual será composta a vedação vertical no orçamento de um edifício convencional é de 4 a 6% do custo total da obra. Quando se considera o sistema completo, com as esquadrias e o revestimento, esta parcela pode chegar a 20% do custo total. Porém, estes valores podem aumentar consideravelmente em situações de desperdício e falta de planejamento.

Diante disso, a busca por novos métodos, alternativos aos tradicionais já consolidados, se torna imprescindível para alcançar os pilares da sustentabilidade –

o avanço da economia, a preservação do meio ambiente e o atendimento à sociedade, garantindo a eficiência do sistema escolhido.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Um novo método construtivo para sistema de vedações verticais, recente na construção civil brasileira, é o ICF – *Insulated Concrete Forms.* É um sistema construtivo de paredes em concreto monolítico que é lançado dentro de fôrmas de poliestileno expandido (EPS), de alta densidade. Estas fôrmas se apresentam no formato de placas que se unem através de espaçadores plásticos que são encaixados. Este sistema é conhecido mundialmente por funcionar como um “lego gigante”: As fôrmas são encaixadas e, posteriormente, preenchidas com concreto e revestidas da forma que for desejada.

O ICF é um sistema que promete muitas vantagens em relação aos métodos executados em larga escala em nosso país, como a alvenaria de bloco cerâmico e estrutural e o fechamento com gesso acartonado, conhecido como *dry wall*. Dentre essas vantagens, destacam-se os materiais e métodos sustentáveis e ecológicos, a redução de custo e de tempo de obra com o aumento da produtividade e melhorias nos quesitos de desempenho estipulados pela NBR 15.575. Por ser muito novo no Brasil não há informações precisas suficientes da real vantagem de utilização do ICF (SOLOMON; HEMALATHA, 2020; JESUS; BARRETO, 2018).

A busca para atender e aprimorar a realidade da construção civil brasileira é o que motiva a comparação financeira de sistemas de vedação vertical já empregados no país, como a alvenaria convencional e o drywall com o sistema ICF, que atende a diversas tipologias na construção civil e já é largamente empregado em nível internacional. Tal comparação tem como finalidade apresentar um sistema que alie velocidade de execução, o melhor aproveitamento dos materiais em obra, diminuindo ao máximo o desperdício, economia no custo final da obra e, por fim, desempenho adequado da sua função.

Diante destas informações, a hipótese do trabalho é verificar se, em relação aos custos unitários, o sistema ICF também se apresenta competitivo frente aos outros dois sistemas já consolidados: a alvenaria de blocos cerâmicos e o gesso acartonado.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivos gerais

O objetivo geral deste trabalho consiste em comparar financeiramente o custo unitário do sistema construtivo ICF - *Insulating Concrete Forms* com outros dois sistemas muito utilizados no Brasil: a alvenaria de blocos cerâmicos, e o gesso acartonado (d*rywall*), todos eles não estruturais. Esta comparação será feita com os dados de bases nacionais e de construtoras locais que já possuem sua própria composição dos serviços.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Têm-se como objetivos específicos deste trabalho de conclusão de curso os seguintes tópicos:

a) Levantar as composições unitárias dos serviços que as bases nacionais dispõem para consulta

b) Levantar as composições unitárias de uma construtora local dos três serviços indicados no trabalho

c) Avaliar e comparar os preços encontrados nas bases nacionais com os encontrados na construtora atuante na região

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo I (Introdução) é apresentada uma pequena introdução ao problema analisado, a justificativa da pesquisa e os objetivos do trabalho. Nele, é contextualizado o assunto abordado em nível mundial e brasileiro apresentando a importância que ele tem dentre os outros sistemas de uma edificação.

O capítulo II (Revisão Bibliográfica) traz um histórico dos sistemas que serão comparados, dos principais métodos executados, além de aspectos de sua correta utilização e do desempenho técnico que cada um oferece. Não é o objetivo do capítulo oferecer a execução detalhada do sistema, e sim apresentar, de acordo com a visão de outros autores, o principal passo a passo da execução mais aplicada, bem como apresentar algumas vantagens e desvantagens que ele pode oferecer.

No capítulo III (Metodologia) são apresentadas as etapas para realização da pesquisa, desde o levantamento de informações para a aplicação da metodologia, até a apresentação do custo unitário de cada sistema.

O capítulo IV (Resultados) apresenta uma análise comparativa dos valores apresentados bem como os compara com alguns encontrados em revisão bibliográfica.

No capítulo V (Conclusões) é realizado o fechamento do trabalho juntamente com as observações obtidas nesta pesquisa.

# 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1 SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS (SVVIE)

De acordo com a NBR 15.575, sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE) são partes da edificação habitacional que objetivam limitar verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as paredes ou divisórias internas, controlando, assim, a ação de agentes indesejáveis como animais, vento, chuva, ruídos e poeira (ABNT, 2013).

Ainda segundo esta norma, o sistema é responsável pela compartimentação dos ambientes, permitindo o adequado funcionamento das atividades para as quais eles foram projetados e tem como requisitos principais a estanqueidade à água, capacidade de fixação de peças suspensas, isolamento térmico e acústico, capacidade de suporte a esforços de uso, compartimentação em casos de incêndio, abertura para ventilação, dentre outros (ABNT, 2013).

Ademais, comumente a vedação vertical tem como função secundária a de servir de suporte para as instalações da edificação, que normalmente se apresentam embutidas a eles. Todos estes aspectos fazem deste sistema um caminho crítico da obra, impactando no prazo e custo total do projeto, bem como respondendo também pelo desempenho da construção (DOS SANTOS, 2014).

O sistema mais utilizado no Brasil é aquele constituído por blocos cerâmicos assentados e revestidos com argamassa. Entretanto, com a modernização de processos produtivos, novas tecnologias estão sendo inseridas no mercado nacional, como as paredes de concreto, os fechamentos com gesso acartonado, conhecidos como *Drywall*, as placas cimentícias e até mesmo o sistema de blocos termoacústicos de EPS, conhecido como ICF.

De maneira geral, o sistema de vedação vertical é composto por três elementos, que são o fechamento propriamente dito (vedos), os revestimentos e as aberturas e esquadrias.

O vedo é o elemento que caracteriza a vedação vertical e, por esta razão, determina a tecnologia de produção empregada. Assim, é ele o responsável pelo desempenho global do sistema. O vedo mais comum empregado no Brasil é o de alvenaria de

blocos cerâmicos, mas existem outras opções menos empregadas como o fechamento em drywall, as paredes de concreto, dentre outras (MARQUES, 2013).

As esquadrias são os elementos que permitem o controle de acesso aos ambientes além de proporcionar iluminação e ventilação na parte interna das edificações e influenciar diretamente no conforto acústico dos ambientes, este último em conjunto com os outros elementos (SCHVARSTZHAUPT; TUTIKIAN; NUNES, 2014).

Por fim, o revestimento é o elemento final que deve cumprir certas funções, como: proteger o sistema contra à ação dos intemperismos, contribuir no isolamento térmico, acústico, na estanqueidade à água, segurança ao fogo, resistência ao desgaste e, por fim, funcionar como base para acabamentos decorativos e proporcionar a estética desejada à edificação. No Brasil, as argamassas utilizadas como revestimento, acabadas em pintura, são a opção construtiva mais aplicada nos sistemas de vedação vertical internos e externos (ALVES; CARASEK; CASCUDO, 2010).

### 2.1.1 Classificações

Tanto Sabbatini (2003) quanto Dueñas Peña (2003) apresentam uma série de características que devem ser consideradas para classificar as vedações verticais internas e externas, e são elas:

**a) Quanto à função;**

- Envoltória externa: proteção lateral contra a ação de agentes do meio externo.
- Compartimentação interna: aquelas destinadas a dividir os ambientes internos da construção.
- Separação: divisórias entre unidades e áreas comuns.

**b) Quanto à mobilidade (facilidade de remoção do local em que foi inicialmente aplicada):**

- Fixas: são as vedações imutáveis, que necessitam receber os acabamentos no local;
- Desmontáveis: são as vedações passíveis de serem desmontadas com pouca degradação. A remontagem exige a reposição de algumas peças;

- Removíveis: são as vedações passíveis de serem montadas e desmontadas facilmente, sem degradação dos elementos constituintes. São elementos totalmente modulares.
- Móveis: trata-se de divisórias empregadas na simples compartimentação dos ambientes, não estando vinculadas a nenhuma outra parte do edifício.

**c) Quanto à estruturação (as características de sustentação do edifício):**

- Estruturadas: são as vedações que necessitam de uma estrutura reticular de suporte dos componentes da vedação. Um bom exemplo são os painéis de gesso acartonado.
- Auto-suportante: são as vedações que não necessitam de uma estrutura de suporte dos componentes da vedação, como é o caso de todos os tipos de alvenaria.
- Pneumáticas: são as vedações verticais sustentadas a partir da injeção de ar comprimido. Pode-se citar como exemplo os galpões em lona.

**d) Quanto à densidade superficial (relação entre a massa e a área ocupada):**

- Leves: são as vedações verticais não estruturais, de densidade superficial baixa, sendo o limite convencional de aproximadamente 100Kg/m²;
- Pesadas: são as vedações verticais que podem ser estruturais ou não, de densidade superficial superior ao limite pré-determinado de aproximadamente 100Kg/m².

**e) Quanto à continuidade do plano:**

- Monolíticas: quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita por todo o conjunto dos elementos, que trabalham solidariamente, como exemplo tem-se as alvenarias.
- Modulares: quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelos componentes de modo individual, em função da existência de elementos de juntas, por exemplo os painéis de gesso acartonado.

**f) Quanto ao acabamento:**

- com revestimento incorporado: trata-se das vedações verticais que são posicionadas acabadas em seus lugares definitivos, sem a necessidade de aplicação de revestimentos a posteriori, como os painéis pré-moldados de concreto com prévia aplicação de cerâmica.
- com revestimento a posteriori: tratam-se das vedações verticais que são executadas em seus lugares definitivos, sem a aplicação prévia de revestimentos, como algumas alvenarias e painéis de gesso acartonado.
- sem revestimento: são as vedações verticais que não necessitam da aplicação de revestimentos e recebem no máximo uma pintura. É o caso de alguns tipos de alvenaria.

**g) Quanto a técnica de execução:**

- Por conformação: são as vedações verticais moldadas ou elevadas no próprio local, com o emprego de água. Trata-se das vedações em alvenaria ou de painéis moldados no local;
- Por acoplamento a seco: são as vedações verticais montadas a seco, sem a necessidade do emprego de água. Trata-se de vedações produzidas com painéis leves;
- Por acoplamento úmido: são as vedações verticais montadas com solidarização com argamassa. Trata-se de vedações, produzidas com elementos pré-moldados ou pré-fabricados de concreto

**h) Quanto a continuidade superficial:**

- Descontínuas: as juntas entre componentes ficam aparentes.
- Contínuas: as juntas não ficam aparentes.

## 2.2 ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO

A alvenaria de blocos cerâmicos é, atualmente, o sistema de vedação vertical mais utilizado no Brasil (LAI, 2016). Este sistema é, basicamente, o resultado da união de blocos cerâmicos justapostos colados ou não com argamassa, que tem como principal função a de compartimentar a edificação, resistir ao seu peso próprio e garantir a vedação de determinada área contra alguns agentes como chuvas, ventos e intempéries (DOS SANTOS, 2014).

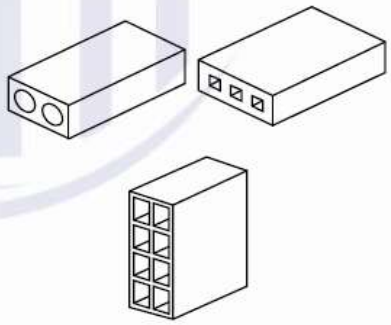
Esta técnica construtiva foi a primeira a ser introduzida no Brasil através dos colonizadores portugueses e se mantém como o mais empregado até hoje por razões culturais, econômicas e de grande disposição de matéria-prima – a argila (LAI, 2016).

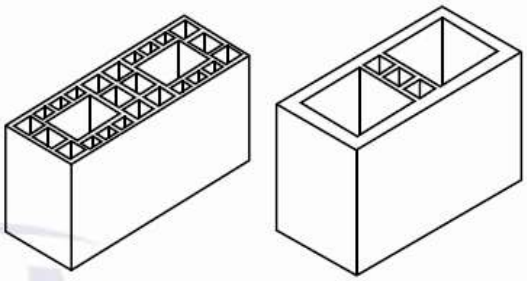
Os blocos mais empregados e também o que será considerado neste trabalho são os blocos cerâmicos vazados de vedação que atendam ao que a NBR 15270 recomenda (ABNT, 2017). Esta mesma norma define este material como “componente da alvenaria não participante da estrutura, que possui furos ou vazados prismáticos perpendiculares às faces que os contém”. Além disso, ela também orienta que os mesmos são produzidos para serem usados com os furos na horizontal. Sua fabricação consiste basicamente na prensagem ou extrusão da argila e, posteriormente, são pré-secos e queimados a altas temperaturas (OLIVEIRA, 2016).

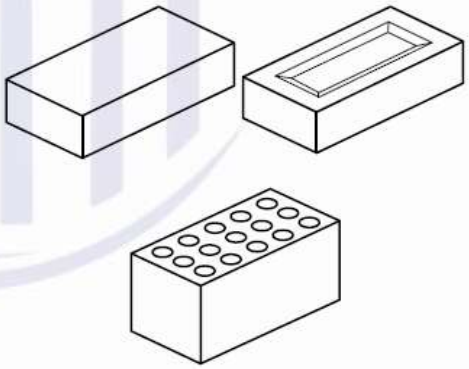
Este componente do sistema, tipo como principal, deve atender uma série de requisitos visuais, geométricos, bem como características físicas e mecânicas, de maneira a garantir que ele desempenhe sua função de maneira adequada. Além disso, podem ser empregados diversos tipos e tamanhos de blocos, desde que respeitem as dimensões indicadas pela NBR 15270, que são apresentadas na Figura 1. Este avanço na oferta de diversas opções tem como objetivo respeitar as exigências técnicas ao mesmo tempo em que atende as necessidades e oferece maiores possibilidades ao cliente.

A norma em questão também dividiu os blocos cerâmicos de vedação em três categorias: VED 15, VED30 e VED 40, a depender da sua resistência característica mínima, de 15kgf/cm², 30kgf/cm² ou 40kgf/cm², respectivamente. No caso desta pesquisa, para todos os efeitos de processo de execução, vantagens e desvantagens, instalações, e quaisquer outros fatores, será considerada a categoria VED15.

**Figura 1 - Especificações exigidas para os blocos cerâmicos de vedação**

| Bloco ou tijolo de vedação em parede vazada com furos ou vazados horizontais | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Classe | $f_b$ mínimo MPa | Absorção d'água % | Geometria  | | |
| | | | Espessura mínima das paredes do bloco ou tijolo mm | | Soma mínima das paredes em um mesmo corte transversal [externas e interna(s)] mm |
| | | | Externa | Interna | |
| VED15 | 1,5 | 8 a 25 | 7 | Não há | 20 |

| Bloco para alvenaria racionalizada em parede vazada com vazados verticais | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Classe | $f_b$ mínimo MPa | Absorção d'água % | Geometria  | |
| | | | Espessura mínima das paredes do bloco mm | |
| | | | Externa | Interna |
| VED30 | 3,0 | 8 a 21 | 7 | 6 |

| Tijolo maciço ou perfurado para vedação | | | |
|---|---|---|---|
| Classe | $f_b$ mínimo MPa | Absorção d'água % | Geometria  |
| VED40 | 4,0 | 8 a 25 | |

Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2017).

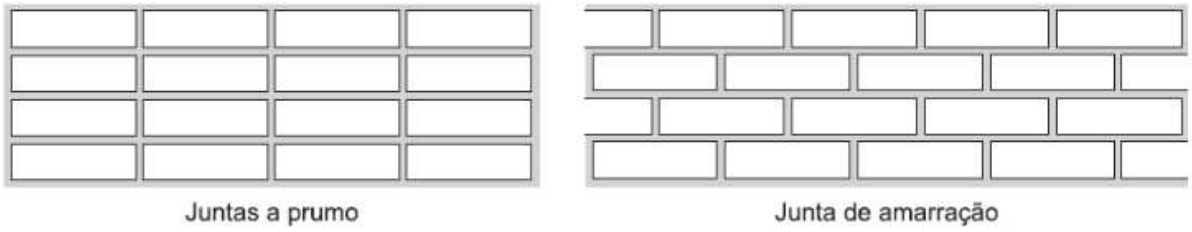
O outro material, dito como principal neste sistema é a argamassa, que tem como função promover a união dos blocos além de contribuir como barreira resistente à água. De acordo com a NBR 13281, ela é uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerantes e água, podendo ou não conter aditivos (ABNT, 2005) e também pode ser preparada in loco ou industrializada.

Diante dos materiais expostos, o sistema de paredes em alvenaria de bloco cerâmico consiste na sobreposição e união entre os blocos por meio da aplicação de argamassa de assentamento, tornando uma estrutura rígida que trabalhe de maneira integrada.

Prova que o sistema é o mais antigo empregado no país é que a norma que regulamenta seu processo de execução data de 1984 – NBR 8545 – Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento (ABNT, 1984). Considerando que a norma que trata dos requisitos dos blocos de forma isolada é de 2017 e também do fato de que a tecnologia construtiva cresce a cada ano faz-se necessário uma revisão sistêmica da NBR 8545.

De acordo com esta norma, as formas como os blocos serão sobrepostos e unidos, ou seja, as juntas que eles devem apresentar, podem ser feitas de duas maneiras: de amarração, onde as juntas verticais são descontínuas, e juntas a prumo, onde as juntas verticais são contínuas, porém neste último caso é necessário a utilização de armaduras longitudinais e, por esta razão, é menos empregado. As duas formas são exemplificadas na Figura 2.

**Figura 2 - Tipos de juntas para elevação da alvenaria de bloco cerâmico conforme NBR 8545**




Fonte: O autor.

De acordo com Thomaz (2001) apud Vasconcelos (2015), as juntas verticais descontínuas (de amarração) promovem uma melhor distribuição de tensões provenientes de cargas verticais ou até mesmo aquelas que ocorrem por deformações estruturais e movimentações higrotérmicas. Além disso, elas também promovem

melhor travamento dos elementos, elevando a resistência que a parede oferece (OLIVEIRA, 2016). Por estas razões, ela será considerada neste trabalho.

O processo executivo do sistema deve ser feito respeitando o que for definido em projeto e também ao que estabelece a NBR 8545 (ABNT, 1984) e estes dois suportes também devem estar alinhados entre si.  Importância de respeitar o projeto, é que assim, há um maior aproveitamento dos blocos inteiros, promovendo maior economia, eficiência e velocidade de execução.

De movo geral, o sistema é dividido em três grandes partes que são: Marcação, elevação e encunhamento, e ao passo em que elas ocorrem, outros pontos importantes vão sendo mencionados, como a amarração com outra alvenaria, o encontro com o elemento estrutural, os sistemas de instalações e as aberturas, por exemplo (CENTOFANTE, 2019; SANTOS, 2013).

Primeiramente, é fundamental que o piso esteja nivelado para que a elevação aconteça da forma correta. Assim, inicia-se com a marcação da alvenaria que nada mais é do que a execução da primeira fiada. Para isso, a face da estrutura em contato com a alvenaria deve ser primeiramente limpa, livre de resíduos e, então, chapiscada (VASCONCELOS, 2015). Primeiramente, estende-se uma camada de argamassa sobre o chapisco e assenta-se os blocos. Inicia-se pela colocação nos cantos e ali é fixada uma linha e estendida entre os blocos, servindo como guia para colocação dos outros no alinhamento correto (OLIVEIRA, 2013). A Figura 3 exemplifica esta primeira etapa.

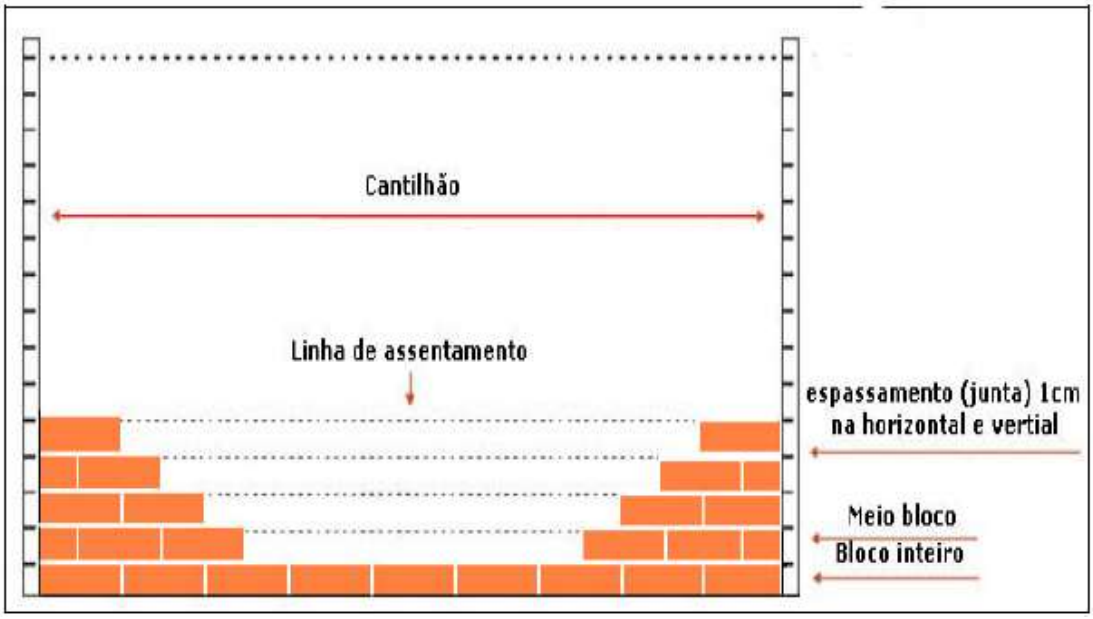
**Figura 3 - Marcação da primeira fiada de blocos da alvenaria**

Fonte: Blog TOTAL CONSTRUÇÃO (2020)

Depois da execução da primeira fiada, é importante conferir o nivelamento com o auxílio de um nível bolha, para que, caso tenha algum desnível, ele seja corrigido e não se estenda à parede inteira.

Em sequência, com o nível correto, e a primeira fiada marcada, inicia-se a elevação da alvenaria, com as fiadas confeccionadas uma sobre as outras, coladas pela argamassa de assentado e com as juntas verticais descontínuas. A espessura da camada de argamassa suficiente para promover a correta união dos blocos é de 1 a 2 cm mas deve seguir o que for especificado em projeto executivo (CENTOFANTE, 2019). Normalmente, as construtoras adotam o procedimento de assentar o início e o fim das fiadas, formando o que é popularmente conhecido como “castelo”, conforme a Figura 4 (DOS SANTOS, 2014; CENTOFANTE, 2019).

**Figura 4 - Elevação de alvenaria de blocos cerâmicos**



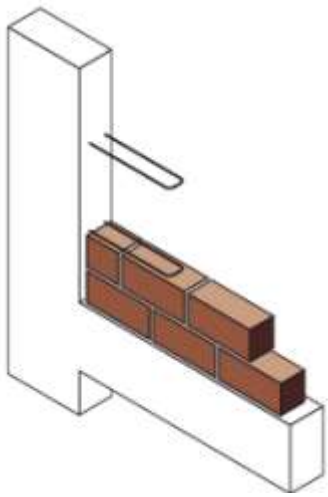

Fonte: FK Comércio (2012).

Ainda na elevação, é importante algumas ações sejam adotadas nos encontros com os elementos estruturais – no caso, os pilares, e com outra alvenaria, para garantir a amarração adequada entre os elementos. No caso de encontro com pilares, normalmente é feito um reforço com algum elemento de aço que é preso ao pilar e fixado entre os blocos, na argamassa, como indica a Figura 5. Também é importante chapiscar a face do pilar que estará em contato com a alvenaria, contribuindo para melhor aderência. As distâncias entre estes elementos e o comprimento que ela deve penetrar na alvenaria devem ser especificados em projeto. Existem diversos materiais que desempenham este papel, como as telas metálicas eletro-soldadas e os

popularmente conhecidos como “ferro-cabelo”, que são ganchos de aço de dois ramos (GALLO, 2016).

**Figura 5 - Exemplo de materiais que contribuem no reforço entre alvenaria e estrutura**

(a) Tela metálica (b) Ferro cabelo

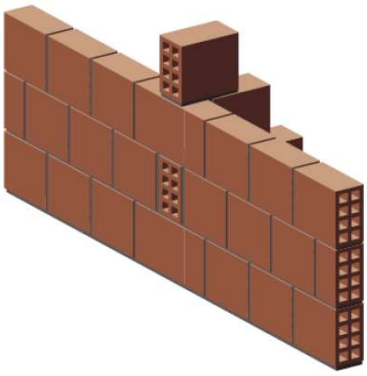


Fonte: GALLO (2016).

Já no encontro entre dois elementos de alvenaria, a ligação entre eles normalmente é feita através da amarração com os próprios blocos, como indica a Figura 6, intercalando a cada fiada o primeiro bloco a ser assentado e favorecendo também a amarração da própria parede em si.

Este tipo de amarração exige uma análise prévia de todas as paredes a serem levantadas e também é fundamental que ela não seja erguida de forma isolada até seu fechamento completo, sendo sempre executada de forma síncrona com as outras para garantir que nenhuma fique sem a interligação necessária. Isso também ajuda no próprio enrijecimento da estrutura, dando o tempo necessário, normalmente de um dia para o outro, para a argamassa ganhar resistência (GALLO, 2016).

**Figura 6 - Alvenarias com junta de amarração entre elas**



Fonte: GALLO (2016).

A ausência destes elementos, tanto no contato da alvenaria com o pilar, quanto na conexão entre as próprias alvenarias pode acarretar em algumas manifestações patológicas, sendo a mais comum a fissura ao longo deste encontro. Elas ocorrem, pois, há uma movimentação diferencial entre os elementos e a alvenaria não é capaz de resistir à esta movimentação, acarretando em fissuração que pode levar desde o comprometimento estético da alvenaria até a perda de desempenho da mesma (MAGALHÃES, 2004).

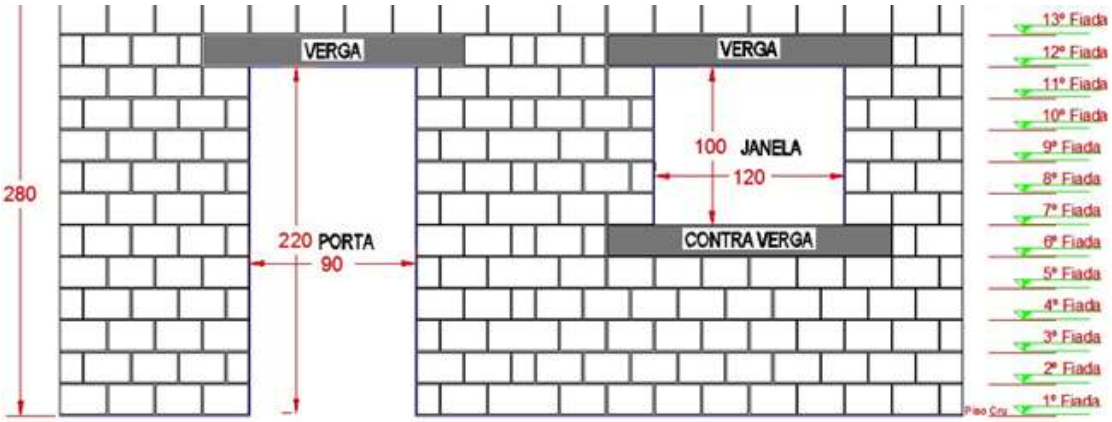
Quando toda parede tiver sido elevada, o espaço entre a alvenaria e a estrutura do pavimento superior é preenchido por meio da técnica de encunhamento, que nada mais é que o preenchimento desta região com algum material que suporte a movimentações sem transferir esforço que a alvenaria não é capaz de suportar. Normalmente deixa-se entre 1,5 cm a 3,5 cm entre a alvenaria e estrutura (laje ou viga) para sua execução. Normalmente ela é feita com argamassa expansiva, capaz de absorver os esforços sem proporcionar o surgimento de fissuras e trincas (WINCKLER, 2019).

Em relação às esquadrias, os vãos de portas e janelas são deixados já na etapa de assentamento dos blocos: as fiadas vão sendo erguidas até o peitoril, no caso das janelas, e então é deixado o espaço do vão. No caso das portas, a abertura é deixada desde a primeira fiada. Nestes vãos é comum ocorrer, nos vértices, concentrações de tensões que a alvenaria não consegue suportar, acarretando novamente em um quadro de fissuração da parede. Para combater a ocorrência destas manifestações patológicas são colocados elementos estruturais sobre as aberturas (a vergas) e sob as aberturas, no caso de janelas (as contravergas) que tem como função a redistribuição destas tensões ao longo da parede. Estes elementos são pequenas vigas que podem ser de concreto armado, blocos de concreto preenchidos e armados, ou até vigotas pré fabricadas, a depender do que for especificado em projeto. Elas devem possuir transpasse mínimo de 20cm superior e inferior ao vão, com altura mínima de 10cm (FERREIRA, 2016; BIANQUINI, DARE, 2016).

As vergas e contra vergas são executadas assim que a elevação da alvenaria encontra o nível em que elas devem ser empregadas e, no caso das vergas, são devidamente apoiadas até que alcance resistência esperada em projeto. A Figura 7 exemplifica a aplicação destes elementos. A folga que existir entre a alvenaria e a

esquadria deve ser preenchida com argamassa de cimento e areia (BIANQUINI, DARE, 2016).

**Figura 7 - Posicionamento das vergas e contravergas na parede de alvenaria de blocos cerâmicos**




Fonte: Ceramicacity (2020).

Diferentemente das esquadrias, para as instalações, são feitos rasgos na alvenaria posteriormente à sua execução, que devem comportar o embutimento das tubulações hidrossanitárias, dos eletrodutos para passagem de fiação elétrica, de caixas de derivação, de passagem, dentre outras a depender da necessidade da edificação. Estes rasgos são feitos seguindo um desenho previamente traçado e devem ser proporcionais ao diâmetro do elemento passante, evitando aberturas excessivamente largas. Os equipamentos utilizados podem ser a fresa, também conhecido como cortador de paredes, a serra mármore e a talhadeira. Destes, a fresa é o mais indicado, pois já promove a abertura do corte com apenas uma passada (OLIVEIRA, 2018). A Figura 8 exemplifica a atuação do equipamento.

**Figura 8 - Abertura feita pela fresa**

Fonte: Oliveira (2018).

Este tipo de sistema de vedação vertical pode receber uma grande variedade de revestimentos, atribuído principalmente a sua capacidade de resistir a presença de umidade.

De acordo com Carasek (2017) o revestimento de argamassa pode ser constituído de várias camadas, com características e funções diferentes, como o chapisco, o emboço e o reboco. O primeiro tem como finalidade principal promover a aderência do revestimento com o substrato, o segundo objetiva regularizar a base para então, receber o terceiro (reboco) que é quem vai propiciar uma superfície apta a receber o revestimento decorativo, que normalmente é a pintura. Ainda segundo este autor, também é largamente empregada uma camada única, conhecida como “reboco paulista” que atualmente é a técnica mais empregada no Brasil.

Este sistema conta como principal vantagem a aceitação cultural pelo mercado brasileiro e prova disso é ele ser o mais empregado no país (NETO, 2018). Além disso, outras vantagens oferecidas por ele é a facilidade de execução, aliada à mão de obra com pouca exigência de qualificação, apresentando também, por consequência, um baixo custo de produção. Além disso, a grande disponibilidade de matéria-prima contribui para que o preço final do sistema seja mais vantajoso quando comparado a outros (SABATINI, 2005).

Barbosa (2015) cita ainda a maior resistência a intempéries que ele pode oferecer, um bom comportamento frente à ação do fogo e boa estanqueidade à água, sendo possível sua aplicação em todos os tipos de ambientes de uma residência, tanto internos quanto externos.

Como desvantagem, Santos (2014) aponta o maior consumo de material para execução de chapisco e emboço, alto volume de resíduo de construção e demolição gerado, aumento do peso próprio da edificação quando comparado com sistemas mais modernos e mais leves e alta possibilidade de retrabalho atribuída à mão-de-obra, por vezes, desqualificada.

Um estudo que propôs calcular o índice de geração de resíduos na execução de instalações elétricas embutidas em alvenaria identificou que, apenas para rasgos de instalações elétricas, pode ocorrer um índice de geração de resíduos de 26,5 kg/m² de rasgo nas paredes, sendo um valor elevado quando considerado o contexto de

uma obra inteira bem como o volume de resíduo de construção gerado somente nesta etapa deste sistema (OLIVEIRA, 2018).

De maneira geral, como todo sistema, aspectos como o prazo de cumprimento da obra, a verba disponível, e a oferta de material e mao-de-obra no entorno da construção por exemplo é que vão contribuir para a tomada de decisões de qual sistema é o mais indicado para aquele projeto específico.

O sistema de vedação em alvenaria de bloco cerâmico deve ser feito seguindo o projeto executivo estabelecido e este, por sua vez, deve respeitar todas as normas vigentes associadas ao sistema.

## *2.3* GESSO ACARTONADO – *DRYWALL*

A parede de gesso acartonado é um sistema construtivo composto por chapas de gesso revestidas em ambos os lados com papel acartonado. A fixação e interligação dessas chapas é feita com perfis de aço galvanizado e parafusos e posteriormente estas juntas e quaisquer arestas são tratadas com massa própria. É um sistema de construção a seco, ou seja, não faz uso de água no processo executivo e, por esta razão, é popularmente conhecido como d*rywall*, onde as palavras, quando traduzidas separadamente, significam “parede seca”.

Sabbatini (1998) define este sistema como:

> [...] um tipo de vedação vertical utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada, fixa ou desmontável, geralmente monolítica, de montagem por acoplamento mecânico e constituído por uma estrutura de perfis metálicos ou de madeira e fechamento de chapas de gesso acartonado.

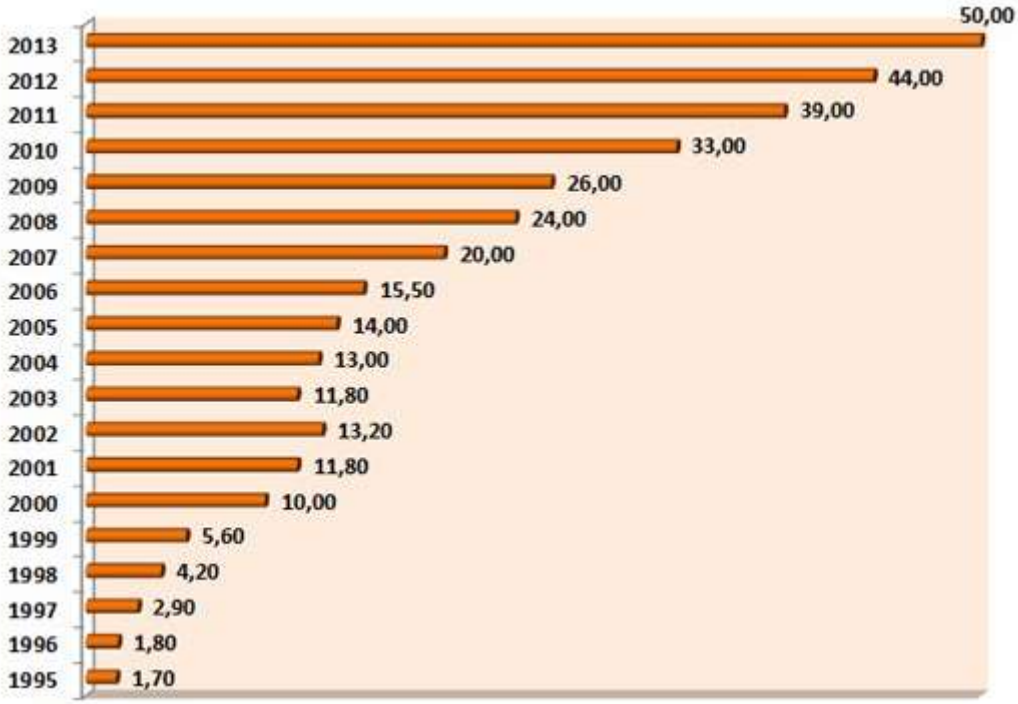
No Brasil, a técnica construtiva surgiu nos anos de 1970, porém apenas em 1990 é que ela ficou mais conhecida. Tal comportamento está atrelado ao fato de que nesta mesma época houve uma expansão do mercado de construção de edifícios e, com isso, buscou-se produzir construções com maior nível de industrialização e maior racionalização de materiais (TAGLIABOA, 2011).

A técnica só se tornou normativa em 2009, com a criação da NBR 15758 – Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem (ABNT, 2009) que dispõe sobre a metodologia recomendada para

execução do sistema de paredes. Antes disso, existia somente a NBR 14715 – Chapas de gesso para drywall, que foi criada em 2001 e atualizada em 2010 (ABNT, 2010), mas que estabelece os requisitos e métodos de ensaio apenas para as chapas de gesso isoladas, sem considerar o sistema como um todo. É importante ressaltar também que em 2005 foi criada a NBR 15217 - Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Requisitos e métodos de ensaio, com atualização em 2009 e, posteriormente, em 2018 (ABNT, 2018), funcionando com um suporte para que o sistema todo trabalhe de maneira adequada.

A Figura 9 apresenta, em milhões de metros quadrados, o consumo anual de chapas de gesso acartonado no Brasil, o que é um forte indicativo de como o sistema cresceu nos últimos anos.

**Figura 9 - Consumo histórico anual de chapas de gesso acartonado no Brasil, em milhões de m²**



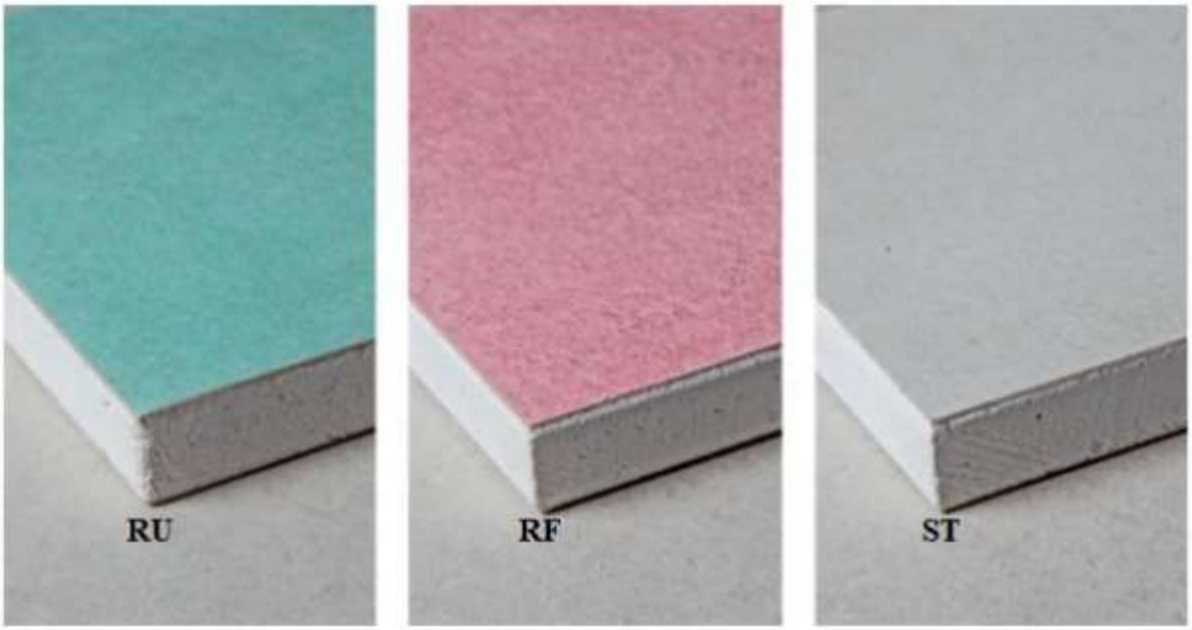

Fonte: SULMÓDULOS (2020).

O componente principal deste sistema é a chapa de gesso revestida pelo papel acartonado que é normatizada pela NBR 14715 (ABNT, 2010), como mencionado acima. Esta mesma estabelece três categorias para as chapas, conforme for o objetivo da aplicação: A Standard (ST), a resistente à umidade (RU) e a resistente ao fogo (RF).

A primeira é a chapa *Standard* (ST), com aplicação destinada às áreas internas e não molháveis pois não apresenta resistência à ação da água. A segunda é a chapa resistente à umidade (RU), indicada para aplicação em áreas úmidas, por tempo indeterminado e intermitente, ou seja, áreas internas que não fiquem em contato com a umidade de maneira contínua, como cozinhas, banheiros e área de serviço. Esta chapa contém, em sua composição, aditivo hidrofugante que tem como função impedir que a água penetre em seu interior. Por fim, a chapa resistente à ação do fogo (RF), aplicada em áreas secas que tenham a exigência de resistência em relação ao fogo. Esta chapa recebe, em seu processo de fabricação, a incorporação de produtos químicos e fibras de vidros, conferindo a ela maior resistência ao calor, retardando a propagação do fogo, sendo indicadas por exemplo, em cozinhas industriais e saídas de emergência (ABNT, 2010; KNAUF DO BRASIL, 2017).

Na Figura 10 é possível verificar as três categorias de chapas que a norma estabelece e também verificar que elas diferem entre si pela cor que cada uma recebe, onde a chapa ST é na cor branca ou cinza, a RU é na cor verde e a RF é na cor rosa.

**Figura 10 - Tipos de chapas de gesso acartonado**




Fonte: Blog do Gesseiro (2016).

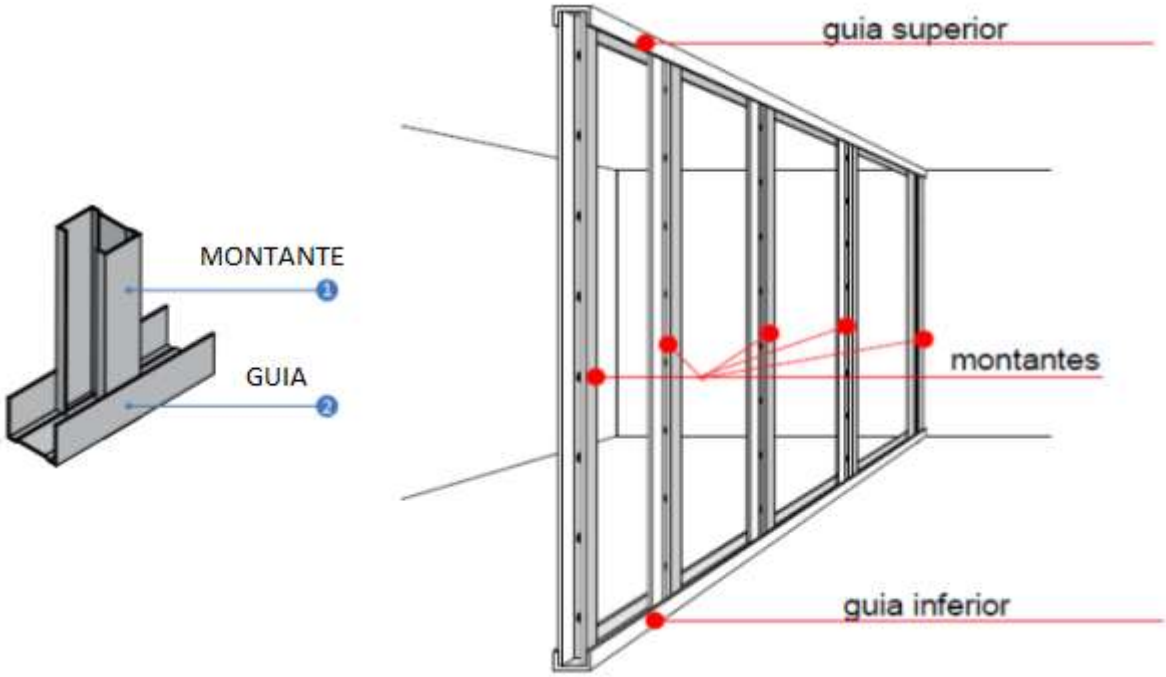
Apesar de países norte-americanos e europeus utilizarem tanto a estrutura de aço quanto a de madeira, para fabricação dos perfis, no Brasil há o domínio dos perfis de aço galvanizado pois ele confere vantagens em relação aos perfis de madeira, como

como maior leveza da estrutura, menor propensão de chamas e também não oferece risco de sofrer ataques de insetos e agentes biológicos (TANIGUTI, 1999). Basicamente, a estrutura que serve de sustentação às chapas é formada por dois perfis: as guias e os montantes que, de acordo com a NBR 15217 (ABNT, 2018) devem possuir espessura mínima de 0,5mm.

As guias são perfis com formato em U, dispostos na horizontal tanto na parte superior quanto inferior da parede que normalmente são fixadas nas lajes de teto e de piso com fixadores, normalmente parafusos e buchas de nylon. Elas têm como função determinar o posicionamento da parede, bem como estruturá-la. Já os montantes são perfis com formato em C, utilizados na vertical, fixados nas guias e funcionam como base para o posicionamento e fixação das chapas de gesso (HOLANDA, 2003; VALÉRIO, 2019). Na Figura 11 é possível verificar o posicionamento entre as guias e montantes e a instalação dos perfis dispostos na parede.

**Figura 11 - Posicionamento entre guia e montante (a) e disposição dos perfis na parede (b)**

(a) (b)




Fonte: (a) Adaptado de Rancan (2018) e (b) Tanigutti (1999).

Os fixadores mais utilizados para fixar as chapas nos perfis são parafusos e/ou rebites metálicos e buchas de nylon, considerando o uso dos perfis em aço. Quando os perfis utilizados são de madeira, normalmente usa-se pregos para sua fixação. O fixador

deve ser escolhido de acordo com a quantidade e espessura das placas a serem perfuradas pois ele deve ultrapassar toda a chapa e também o perfil metálico em pelo menos 10 mm no encontro da chapa com o perfil (LABUTO, 2014). Já nas ligações perfil com perfil, o parafuso deve ultrapassar o último elemento metálico em, pelo menos, três passos da rosca (SANTOS, 2014).

A Figura 12 apresenta os tipos de parafusos quem fazem parte do sistema construtivo – os tipos, formato e código de cada um, bem como a utilização correta para cada um deles.

**Figura 12 - Tipos de parafusos e suas aplicações**

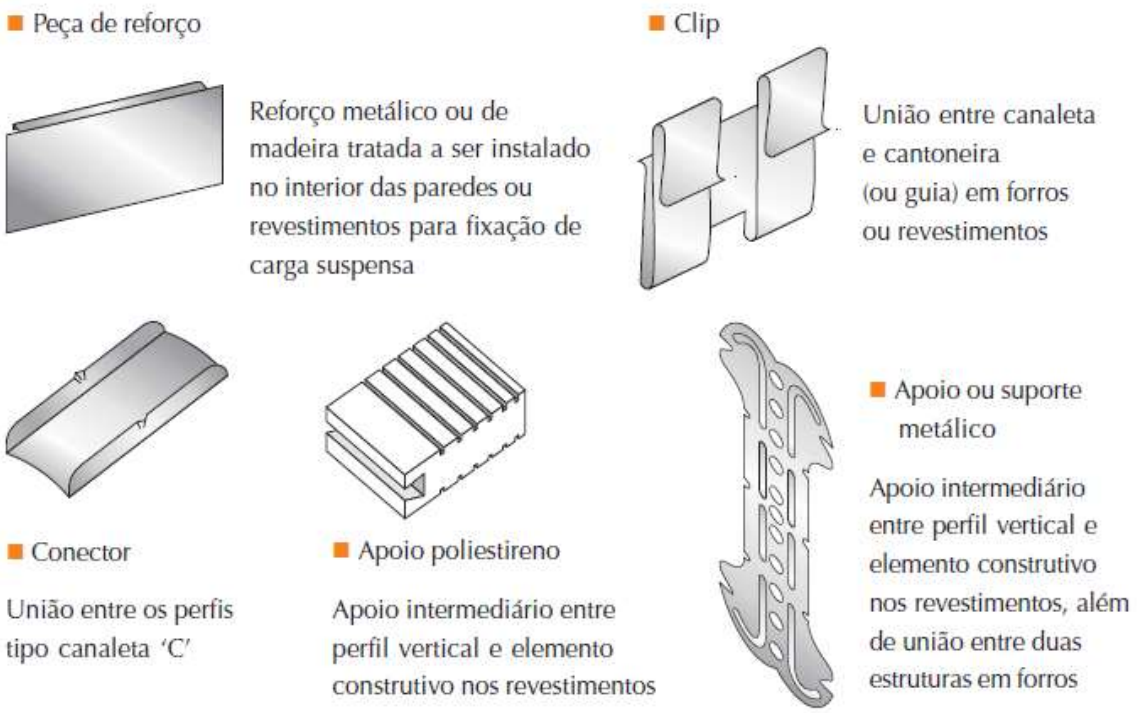
| Tipo | Desenho | Código | Comprimento nominal (mm) | Utilização | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Perfil metálico | Chapa de gesso |
| Cabeça trombeta e ponta agulha | | TA 25 | 25 | Espessura máxima de 0,7 mm | 1 chapa com espessura de 12,5 mm ou 15 mm em perfis metálicos |
| | | TA 35 | 35 | | 2 chapas com espessura de 12,5 mm em perfis metálicos |
| | | TA 45<br>TA 50 | 45<br>50 | | 2 chapas com espessura de 12,5 mm ou 15 mm em perfis metálicos |
| | | TA 55<br>TA 65<br>TA 70 | 55<br>65<br>70 | | 3 chapas com espessura de 12,5 mm ou 15 mm em perfis metálicos |
| Cabeça trombeta e ponta broca | | TB 25 | 25 | Espessura de 0,7 até 2,00 mm | 1 chapa com espessura de 12,5 mm ou 15 mm em perfis metálicos |
| | | TB 35 | 35 | | 2 chapas com espessura de 12,5 mm em perfis metálicos |
| | | TB 45<br>TB 50 | 45<br>50 | | 2 chapas com espessura de 12,5 mm ou 15 mm em perfis metálicos |
| | | TB 55<br>TB 65<br>TB 70 | 55<br>65<br>70 | | 3 chapas com espessura de 12,5 mm ou 15 mm em perfis metálicos |
| Cabeça lentilha ou panela e ponta agulha | | LA ou PA | Comprimento: superior a 9 mm | Espessura máxima de 0,7 mm | Fixação de perfis metálicos entre si |
| Cabeça lentilha ou panela e ponta broca | | LB ou PB | Comprimento: superior a 9 mm | Espessura de 0,7 até 2,00 mm | Fixação de perfis metálicos entre si |

Fonte: PINI (2006)

O tipo e a quantidade de fixadores variam, principalmente, em razão da carga que a parede estará submetida, as condições de exposição, sua dimensão e o tipo de perfis e de placas utilizados, além disso, tais informações devem estar contidas, obrigatoriamente, no projeto de execução do sistema (SANTOS, 2014). De maneira geral, todos os parafusos devem apresentar resistência à corrosão.

Alguns acessórios também fazem parte do sistema e têm como principal função a sustentação mecânica dos elementos. A Figura 13 apresenta estes acessórios e suas aplicações.

**Figura 13 - Acessórios empregados no sistema de vedação em Drywall**




Fonte: PINI (2006)

Apesar de não ser considerado como um dos componentes principais do sistema, os elementos de acabamento são fundamentais no tratamento dos encontros entre chapas, no tratamento das cabeças dos parafusos e também no encontro entre as chapas e o suporte (estrutura de concreto, por exemplo). Estes elementos são as fitas e as massas apropriadas para aplicação tanto nas chapas quanto nos perfis. São elas que vão garantir que o acabamento fique estável, sem a presença de fissuras ou trincas por meio da resistência e elasticidade que elas conseguem conferir (SANTOS, 2014).

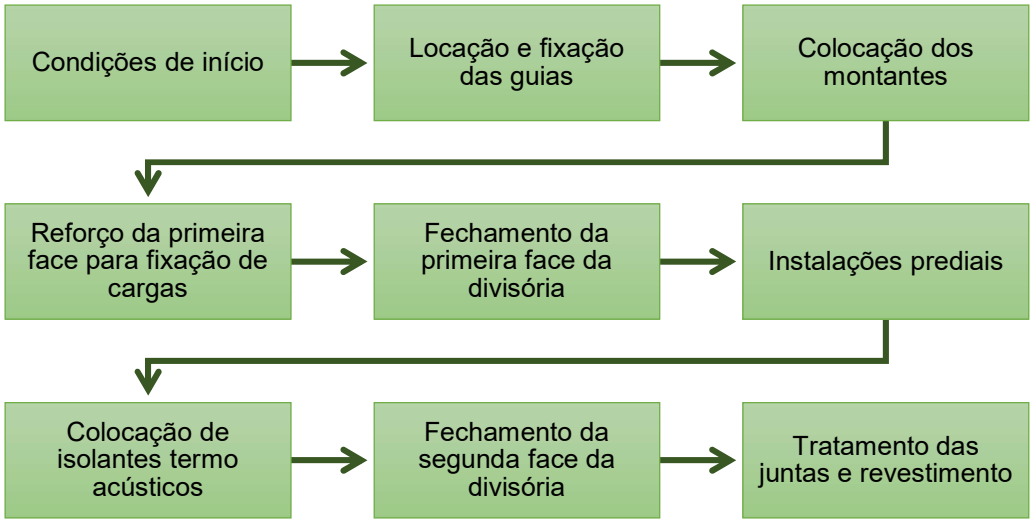
Existem três tipos de fitas que variam de acordo com sua finalidade: A fita de papel micro perfurado, que é aplicada após a camada de massa com o objetivo tanto de evitar quanto facilitar a extrusão de possíveis formações de bolhas de ar, aplicada entre as chapas, a fita para isolamento acústico, à base de resina auto-adesiva, com aplicação na região entre os perfis perimetrais e a estrutura e, por fim, a fita para reforço de canto, feita com papel microporoso e inserto metálico, destinada à proteger os cantos das paredes de *drywall* contra impactos e quebras. Os três tipos são apresentados na Figura 14 (SANTOS, 2014; LABUTO, 2014).

**Figura 14 - Fitas utilizadas na parede de gesso acartonado**

Por fim, apesar de não serem considerados elementos essenciais do sistema, é importante mencionar também as lãs minerais – de vidro e de rocha, por exemplo, que podem ser aplicadas entre as chapas, no interior da parede, como forma de aprimorar o desempenho térmico e acústico do sistema ou até mesmo as derivadas de petróleo como a lã de PET (VALÉRIO, 2019).

Em relação à execução do sistema dentro do canteiro de obras, as etapas e a ordem das atividades apresentadas são muito semelhantes para diversos autores (NUNES, 2015; GARCIA, 2018; LABUTO, 2014). Desta maneira, e com base no que os autores mencionados indicam, a Figura 15 apresenta a melhor sequência de atividades para o sistema de vedação e gesso acartonado, de modo a facilitar possíveis correções sem causar grandes transtornos em retroceder e refazer alguma etapa.

**Figura 15 - Sequência de atividades para execução do sistema de vedação em gesso acartonado.**




Fonte: O autor.

A primeira etapa corresponde ao preparo tanto do local onde o sistema será instalado quanto do entorno do mesmo. É fundamental que as placas e os outros elementos possam ser armazenados em local seguro e protegido, longe da ação da umidade. Sobre o local de instalação, é uma premissa que ele já esteja nivelado, com o contrapiso realizado e as saídas de instalações já posicionadas para que a instalação fique correta, também é necessário que não haja nenhuma atividade que envolva o uso da água ocorrendo de maneira simultânea perto da execução do sistema. Além disso, também deve ser feito um estudo detalhado do projeto de execução para dar início à montagem (JUNIOR, 2008).

**Em seguida, inicia-se a locação e fixação das guias, uma das atividades mais importantes e que requer maior precisão pois é ela que determina o posicionamento da divisória conforme projeto. Primeiro é feita a colagem da fita autoadesiva acústica entre a guia e o substrato e em seguida a guia é fixada, no máximo, a cada 60cm, com pelo menos três pontos de sustentação. Em relação às áreas de portas, é recomendado deixar 20cm da guia para cima, cortando-as com ângulo igual ou superior à 45º (TANIGUTI, 1997; DOS SANTOS, 2014). A**

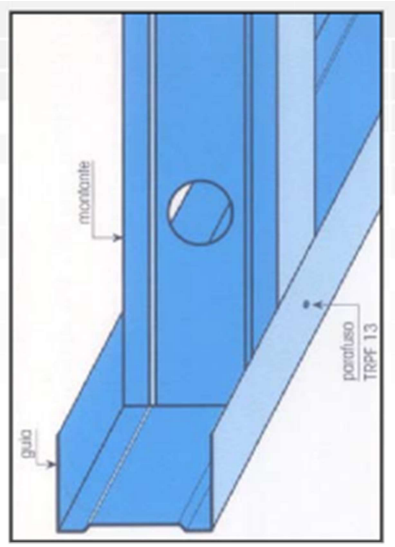
Figura 16 exemplifica esta etapa.

**Figura 16 - Locação e fixação das guias.**

Fonte: Junior (2008).

Estando com as guias superiores e inferiores devidamente instaladas, com a fita de isolamento acústico passada em toda região perimetral bem como os vão de portas demarcados, parte-se para colocação dos montantes, que darão suporte a fixação das chapas de gesso. Taniguti (1999) afirma que eles devem ser cortados com comprimento 10mm menor que o pé direito, deixando esta folga na guia superior. Eles são fixados nas guias superiores e inferiores nos dois lados do montante, conforme Figura 17 e o espaçamento entre eles pode ser de 40 ou 60cm, dependendo do que for especificado em projeto.

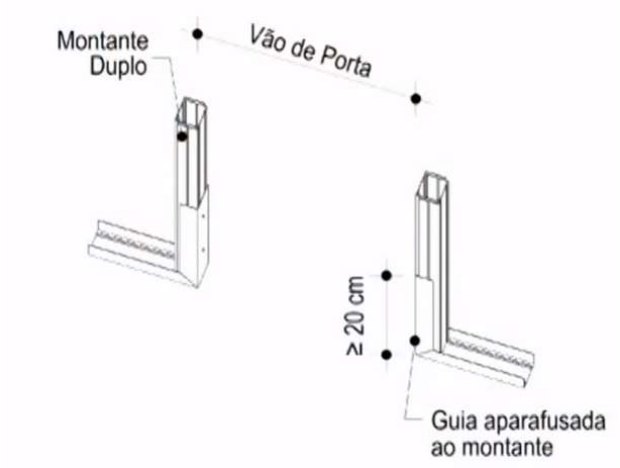
**Figura 17 - Conexão entre guia e montante**




Fonte: DIVIPLUS (2020).

É importante mencionar também que, nos montantes perimetrais também se faz necessária a aplicação da fita de isolamento acústico bem como nos vãos de porta necessariamente deve haver o perfil montante de forma duplicada (formando um retângulo), unido à dobra da guia que foi deixada propositadamente parar servir de “arranque” da parte inferior do vão, conforme Figura 18.

**Figura 18 - Conexão do montante e da guia no vão de porta.**




Fonte: O autor.

Apesar de as chapas de gesso acartonado serem capazes de suportar cargas de 10kg quando apoiadas diretamente nas chapas de gesso, ou até 18 quando fixadas nos montantes, quando se faz necessário a fixação de cargas superiores, de até 30kg, é necessário a execução de reforços, que podem ser de madeira ou metálico, que têm como função distribuir a carga suspensa entre os montantes da estrutura, conforme exemplifica a Figura 19 (LABUTO, 2014).

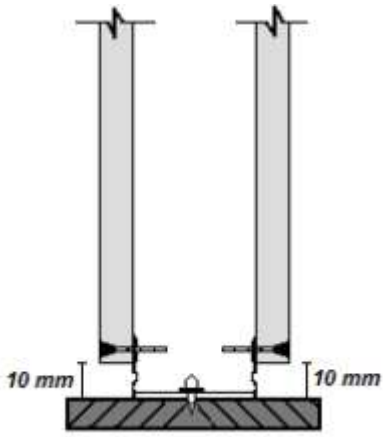
**Figura 19 - Exemplo de reforço em madeira para fixação de cargas suspensas**

Fonte: Junior (2008).

Feito o reforço nas regiões necessárias, parte-se então para o fechamento da primeira face da divisória. Nesta etapa, é fundamental que seja respeitado o projeto de paginação com a melhor posição de instalação das chapas, vertical ou horizontal, de modo que se tenha uma estrutura com o menor número de juntas. É importante também que as chapas sejam cortadas entre 8 e 10mm menores que o pé direito, conforme Figura 20, para que não toquem o chão e assim não recebam umidade proveniente dele (LABUTO, 2014).

Ainda segundo este autor, a fixação no perfil é feita com parafuso cabeça trombeta, de comprimento adequado, conforme já indicado na Figura 12. O parafuso deve ter comprimento suficiente para ultrapassar a chapa de gesso e o perfil com sobra de 10mm.

**Figura 20 - Fixação e recuo em relação ao chão das chapas de gesso acartonado.**




Fonte: Labuto (2014).

Em seguida, parte-se para a etapa das instalações prediais e colocação de isolantes termo acústicos, se necessário. Em relação às instalações, é importante mencionar que os montantes já são fabricados com alguns furos para passagem dos eletrodutos e tubulações, mas na maioria dos casos existe a necessidade de criação de perfurações adicionais, feitos com equipamentos simples, como a serra-copo (VALÉRIO, 2019).

Inicialmente, todas as saídas, tanto de instalações elétricas quanto hidro-sanitárias, devem estar corretas, saindo da laje na mesma projeção da divisória, para que elas sejam distribuídas no interior do sistema de maneira correta e com os pontos de saída como registros, chuveiros e interruptores, por exemplo, também fiquem adequadamente posicionados (JUNIOR, 2008).

No caso de instalações elétricas, a flexibilidade que os eletrodutos oferecem fazem com que a execução seja mais fácil, pois eles caminham tanto na horizontal quanto na vertical, atravessando os orifícios dos montantes. As caixas a serem fixadas na divisória são específicas para este sistema e, assim, presas diretamente na chapa de gesso (LABUTO, 2014; JUNIOR, 2008). A Figura 21 exemplifica a passagem de eletrodutos no sistema.

**Figura 21 - Passagem de eletrodutos nas paredes de *drywall***

Fonte: Garcia (2018)

No caso de instalações hidro-sanitárias, deve-se verificar o diâmetro máximo das tubulações passantes para que a espessura da parede consiga atender à instalação e também possa ser aplicado o isolamento termo acústico na região (caso seja uma exigência do cliente) para eliminar o ruído proveniente destas instalações quando estiverem em uso (LABUTO, 2014).

Em determinadas aplicações, é fundamental também a colocação de lãs minerais, que proporcionam melhor desempenho término e acústico. Ela deve ter a mesma espessura dos perfis ou ser mais grossa, para melhor encaixe, ou então, caso seja mais fina, deve-se utilizar massa a base de gesso para fixa-la à estrutura, devendo ocupar todo o espaço entre os perfis. Atualmente, o mercado oferece opções de lãs de vidro e de rocha, que absorvem parte do som emitido no ambiente e mantém a temperatura mais uniforme, mantendo maior sensação de conforto para o usuário (LABUTO, 2014; GARCIA, 2018).

Após todos os procedimentos, fecha-se a estrutura com a chapa de gesso do lado posterior, da mesma forma que foi feito na primeira face, e então é iniciado o tratamento das juntas e o revestimento.

O revestimento que uma vedação em *drywall* pode receber é muito semelhante ao que uma parede de blocos cerâmicos recebe, passando por todos os tipos de pintura, azulejos, porcelanatos até a aplicação de peças de granito. Entretanto, antes da execução desta etapa, alguns pontos devem ser conferidos, como: a fixação das placas na estrutura, as juntas tratadas, as massas devem estar secas e todas as instalações finalizadas. No Brasil, os acabamentos mais empregados são a pintura e a cerâmica e esta última, fixada com argamassa colante AC II ou AC III (GARCIA, 2018; LABUTO, 2014).

De maneira geral, o sistema, assim como qualquer outro, apresenta vantagens e desvantagens, sendo que a escolha de utilização dele está condicionada à avaliação de custos, o local a ser instalado, a mão-de-obra disponível, dentre outros fatores.

Uma das maiores vantagens que o sistema oferece é a sua elevada produtividade, especialmente quando comparada com a alvenaria de blocos cerâmicos. Apesar de exigir uma mão-de-obra especializada, ele apresenta menos etapas de execução, além de ser mais leve, proporcionando uma produtividade maior e alívio de carga à estrutura – alguns estudos indicam que o sistema drywall é, em média, 5 a 6 vezes mais leve e apresenta tempo de execução de aproximadamente quatro vezes menor quando comparado, nas duas situações, a uma parede em alvenaria de blocos (LAI, 2016; PEREIRA; COSTA, 2017; FERREIRA, 2012 apud CONDEIXA, 2013).

A facilidade nas instalações prediais, evitando quebra do sistema para passagem de tubulações também é um ponto vantajoso para as divisórias de gesso acartonado. Isso proporciona menor desperdício de material – levando a uma economia de custos, e maior rapidez na execução, já que dispensa a atividade dos rasgos nas paredes (LAI, 2016; PEREIRA; COSTA, 2017).

Sua principal característica, que é a construção a seco e também o fato de ser um sistema pré-fabricado faz com que haja maior limpeza e organização do canteiro de obras e também diminui a responsabilidade de conferência, uma vez que os materiais são normatizados e, pelo próprio processo de produção já passam por rigorosos controles de qualidade (VIEIRA, 2006 apud. GARCIA, 2018). Este tipo de construção

a seco também o torna favorável ambientalmente, pois elimina a geração de resíduos e, no fim do seu ciclo de vida, é passível de reciclagem (GARCIA, 2018).

O número reduzido de colaboradores também é uma das vantagens que o sistema oferece. Isso é devido ao fato de o sistema não utilizar muitos produtos tidos como “matérias-primas”, como cal, areia, cimento e blocos cerâmicos. Como pode perceber, o sistema pré-fabricado proporciona, além da limpeza e organização do canteiro, menos desperdício de materiais e redução de custos com pessoal (GARCIA, 2018).

Em relação às desvantagens, pode-se citar, primeiramente, a barreira cultural tanto por parte das construtoras quanto dos consumidores. Por muitos anos, o sistema de gesso acartonado foi aplicado sem que existissem as normas em vigor, tornando a execução imprecisa e prejudicada, gerando desconfiança em relação a sua eficiência (MITIDIERI, 2009 apud LABUTO, 2014).

A capacidade de suporte de cargas suspensas também é um fator a ser considerado, pois o sistema apresenta limitações quando comparado a outros. Entretanto, quando as cargas forem devidamente projetadas e previstas, devem ser instalados reforços de madeira ou alumínio para distribuir a carga entre os montantes, e assim, viabilizar a fixação de diversos tipos de cargas suspensas (MARQUES, 2013).

O sistema também apresenta menor resistência à intempéries e a vazamentos hidráulicos, pois nele a água percola mais rapidamente. Por esta razão, em caso de necessidade de correção, a mesma deve ser feita em curto período de tempo. Por esta mesma razão, há limitação de aplicação do sistema: ele não deve ser aplicado em regiões externas, sujeitas a intempéries e também regiões com ação constante da água (MIDIERI, 2012).

Por fim, apesar de haver redução de custos em virtude do baixo índice de desperdício e de uma estrutura pré-fabricada, ela ainda apresenta custo superior quando comparado à alvenaria de blocos cerâmicos.

Diante do exposto, entende-se que a depender do tipo de obra a ser executada, do orçamento disponível bem como do prazo requerido, o sistema em questão pode-se apresentar superior aos demais. Quando projetado de forma integrada a todas as etapas da obra, ele se apresenta como excelente solução construtiva, motivo que o torna, cada vez mais, destaque na construção civil.

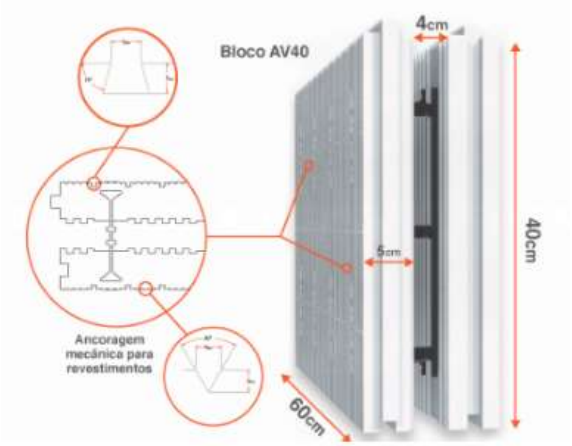
## 2.4 *INSULATING CONCRETE FORMS* - ICF

A ideia principal do sistema de vedação ICF (*Isulated concrete forms*) existe desde a década de 1940, como uma solução para a reconstrução de estruturas danificadas em regiões sujeitas a terremotos, furacões e baixas temperaturas, usando de resíduos de madeira e cimento como os materiais isolantes. Entretanto, somente na década de 1960 é que surgiu a primeira fôrma de EPS e na década de 1970 é que ocorreu grande adoção do sistema. Atualmente o sistema ICF vem sendo cada vez mais empregado em regiões como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido e América do Sul (*ICF builder magazine,* 2011). Este comportamento é atribuído especialmente às condições de atendimento das normas padronizadas de construção, de desempenho e eficiência energética (ISOCRET DO BRASIL, 2020).

Os ICF's podem ser definidos como painéis leves formados por duas camadas de material isolante que normalmente é o poliestireno expandido (EPS), unidas entre si por ligações de aço ou plástico (GONÇALVES, 2013).

Em nível regional, no estado do Espírito Santo, a empresa ARXX Construtora, situada no município de Vila Velha, emprega, dentre outras possíveis categorias, a de parede plana, com espessura uniforme. Os blocos para este tipo de elevação são conhecidos como ARXX VEDA, desenvolvidos exclusivamente para o mercado brasileiro na busca pela substituição dos blocos tanto cerâmicos quanto de concretos (SITE ARXX). A Figura 22 apresenta as dimensões que o bloco possui.

**Figura 22 - Bloco ARXX VEDA**




Fonte: SITE ARXX (2020).

Neste sistema os blocos de EPS trabalham como fôrmas para receber o concreto. Estas formas, posteriormente, não são retiradas e então ficam incorporadas à parede, fazendo parte do sistema.

Júnior (2018) cita como etapas construtivas os seguintes itens:

- Aspectos e fundação
- Ancoragem das fôrmas ou blocos na fundação
- Estrutura da parede
- Instalações e revestimento
- Laje e forro

O primeiro item dá uma atenção especialmente aos aspectos de impermeabilização da fundação para que não ocorra a passagem de umidade para o sistema de alvenaria, e também salienta a necessidade de uma estrutura perfeitamente nivelada e esquadrada tanto para recebimento das tensões quanto para o correto encaixe do elemento de vedação da parede (GONÇALVES, 2013). Como a solução do ICF é, geralmente, mais empregado em casas, a carga resultante final por ser mais leve direciona para fundações em sapatas corridas ou radier, mas o sistema pode ser empregado em qualquer tipo de fundação, com os cuidados acima mencionados.

O próximo passo é fixar as fôrmas (ou blocos) na fundação: o tipo de ancoragem é definido de acordo com a fundação adotada e deve ser especificado pelo projetista. Normalmente, a cada 30cm de distância devem ser deixados vergalhões de aço CA-60 ou bitola definida pelo projetista, com aproximadamente 80cm de altura, que tem como função o arranque para colocação da primeira fiada de blocos de EPS, conforme exemplifica a Figura 23 (JUNIOR, 2018).

**Figura 23 - Execução da primeira fiada de blocos**

Fonte: Junior (2018).

Esta etapa deve ser feita com muita precisão e correto dimensionamento para que o encontro entre estrutura e fundação interaja de maneira satisfatória, sem permitir o movimento das fôrmas antes da concretagem.

Após a execução da primeira fiada completa, parte-se então para a colocação das fôrmas nas demais fiadas, lembrando que a união entre elas ocorre por encaixe do tipo macho-fêmea, dispensando o uso de argamassa para a união. Assim como na alvenaria, também é feita a amarração dos blocos intercalando entre cada fiada o tamanho do primeiro bloco assentado. Como forma de reforço, também é comum a colocação de vergalhões de aço CA-50 na horizontal, espaçados a cada 30cm de altura. A medida em que a parede é erguida deve-se deixar os vãos das esquadrias (JUNIOR, 2018).

Depois de todos os blocos devidamente encaixados e os vergalhões posicionados, o sistema deve ser escorado para que o concreto (ou argamassa) não tire os blocos do nivelamento. O preenchimento das formas é feito de forma bombeada com concreto ou argamassa com resistência especificada em projeto e vibrados de modo que não ocorra segregação entre as barras de aço verticais e horizontais (JUNIOR, 2018).

Sobre as instalações, elas são executadas por meio das aberturas feitas com qualquer equipamento de corte, feitas na superfície das fôrmas de EPS, ficando assim embutidas na parede. A Figura 24 mostra as instalações elétricas na parede na parede.

**Figura 24 - Instalação elétrica embutida na parede**

Fonte: Jesus; Barreto (2018).

Em relação ao revestimento, este sistema se apresenta bem amplo no sentido de receber diversos tipos. Jesus e Barreto (2018) indicam como revestimento mais comum a aplicação de chapisco com argamassa mista de cimento, areia e aditivo ou massa única com argamassa de cimento, areia, aditivo par argamassas e microfibra.

A principal vantagem associada a este sistema é o alto desempenho térmico e acústico, atendendo a todos os requisitos estabelecidos na NBR 15575-4 (ABNT, 2013). Entretanto, ele oferece outras como redução de desperdício de materiais e o aumento da produtividade, especialmente pela facilidade de encaixe dos blocos. (JESUS; BARRETO, 2018). Também deve-se considerar a leveza que ele proporciona na edificação, reduzindo em até 66% o peso das paredes quando comparadas com o sistema convencional e ele apresenta compatibilidade com todos os sistemas de construção convencionais (JUNIOR, 2018).

Como desvantagem, pode-se citar a dificuldade de remodelação, uma vez que a adição de uma esquadria, por exemplo, exige o corte em paredes de concreto, um procedimento de difícil execução (JESUS; BARRETO, 2018).

Por fim, em relação ao custo, alguns dados orçamentários demonstram que o sistema apresenta um custo 12,84% menor que a alvenaria de vedação, entretanto, como trata-se de um sistema ainda pouco empregado no Brasil, a distância do local da obra à fábrica fornecedora dos elementos pode ser uma desvantagem onerando o custo final com despesas de transporte (JESUS; BARRETO, 2018).

Estudos acerca deste sistema empregado em um contexto de zona de alto risco sísmico comprovam que ele apresenta comportamento satisfatório com uma ductilidade necessária aceitável (ASADI; MADANDOUST; ZAHRAI, 2017).

Por ser um sistema novo no Brasil, na maioria dos casos, a instalação depende de prévio treinamento dos funcionários da construtora pela equipe técnica da empresa que fornece os materiais, garantindo a instalação adequada e o correto funcionamento.

Internacionalmente o sistema já tem ganhado reconhecimento normativo diante do seu uso crescente com o passar dos anos. A ASTM, em 2017, publicou a norma E2634 – Standard Specification for Flat Wall Insulating Concrete Form (ICF) Systens

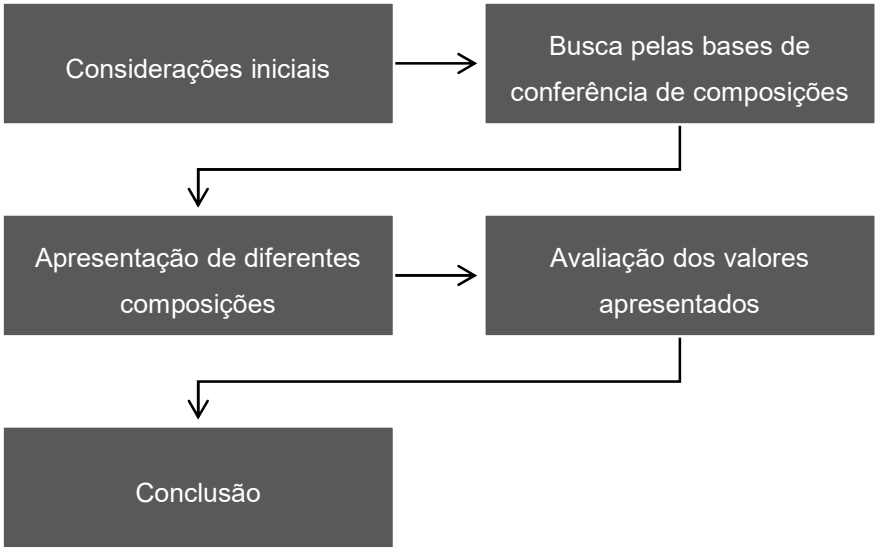
(ASTM, 2017), que tem como objetivo padronizar a aplicação do sistema de fôrmas de concreto para paredes planas.

# 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para alcançar os objetivos propostos são divididas em algumas etapas descritas nos próximos itens. Inicialmente foi feita a revisão bibliográfica do assunto de modo a compreender o real estado da arte em que ele se encontra e também apresentar, em termos gerais, como funciona cada sistema aqui apresentado. Para isso foram utilizados artigos nacionais e internacionais encontrados no periódico Capes e também teses e dissertações brasileiras que abordaram o assunto apresentado e revistas técnicas da área de estudo.

A Figura 25 apresenta um fluxograma das etapas definidas para concluir a metodologia.

**Figura 25 - Fluxograma das etapas da metodologia**




Fonte: O autor.

Inicialmente serão apresentadas as considerações acerca dos sistemas utilizados na avaliação de custos, buscando estabelecer um padrão para que qualquer comparação seja coerente e, principalmente, busque representar o máximo de situações que ocorrem no país. Em seguida será apresentada a base de dados para apresentação das composições de alvenaria de blocos cerâmicos e de gesso acartonado.

De posse das composições retiradas da base nacional, serão apresentadas três outras composições, agora para os três sistemas definidos neste projeto, advindas de uma empresa de construção civil, atuante no mercado da Grande Vitória, que trabalha com seus próprios índices e preços dos insumos.

Tais levantamentos servirão de suporte para avaliação dos custos unitários dos três sistemas, verificando se há grandes diferenças entre os valores de bases nacionais e os praticados no mercado local e também contribuindo para que seja ainda mais divulgada a composição do sistema ICF e, futuramente, ele faça parte também de outras bases de dados nacionais. Assim, cada vez mais esse sistema construtivo será colocado em prática.

Em seguida, será feita a conclusão do que foi apresentado, verificando se existe a possibilidade de categorizar alguma como a melhor e mais recomendada.

## 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Buscando uma padronização na escolha das vedações verticais internas, algumas especificações foram estabelecidas para cada sistema considerado neste trabalho. A seguir serão apresentadas estas especificações estabelecidas.

a) Sistema de gesso acartonado

No sistema de fechamento com gesso acartonado, foi estabelecido o uso de duas faces simples e estrutura metálica com guias simples, por se tratar da estrutura mais empregada atualmente. As estruturas que lançam mão de faces duplas e guias duplas normalmente buscam atender especificidades de projeto e não é o caso do estudo em questão. Em relação aos vãos, sabendo que eles são inerentes a todos os projetos, uma vez que as aberturas fazem parte da maioria dos cômodos de uma residência, foi considerada nas composições apresentadas a presença de vãos de abertura, sejam eles para portas ou janelas.

b) Sistema de blocos cerâmicos

No sistema de vedação com blocos cerâmicos, foi estabelecido o uso de bloco com dimensões 9x19x19 cm sem função estrutural e a argamassa composta por cimento, cal e areia média úmida, na proporção volumétrica de 1:2:8 feita de forma mecânica, em betoneira de 400 litros. Assim como no sistema de gesso acartonado, também optou-se pelas paredes com vãos de abertura.

c) Sistema ICF – *Insulating Concrete Forms*

No sistema de vedação ICF será utilizado os blocos confeccionados pela marca ARXX, a qual é popularmente mais conhecida na Grade Vitória – ES e região. As especificações do sistema ICF utilizado neste trabalho é que ele não é estrutural, cujo

nome comercial é Parede de Vedação ARXX VEDA (AV40). A fabricante informa que cada bloco possui as dimensões de 14x60x40 cm, com 5 cm de espessura de cada placa de EPS e 4 cm de espessura de concreto preenchido internamente, conforme Figura 26.

Outra informação do fabricante quanto as especificações do bloco AV40 é que a ligação das placas externas de EPS são feitas por meio de espaçadores plásticos. Cada bloco não preenchido tem 1,2 kg e o peso total, após o preenchimento do vão interno com aço e argamassa é de 83 kg/m².

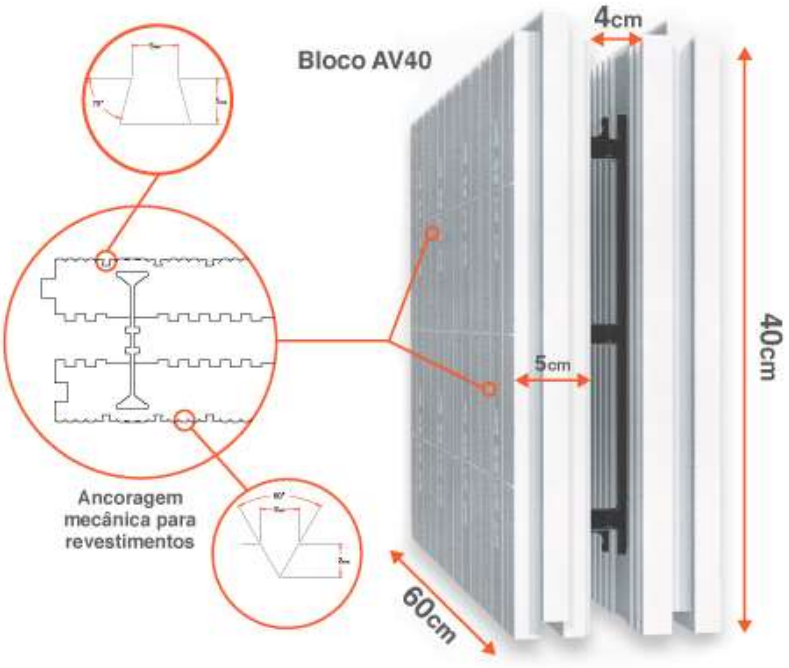



**Figura 26 - Bloco de ICF modelo AV40**

Todos estes parâmetros, conforme dito anteriormente, são definidos por serem os mais empregados em nível nacional, o que leva à uma avaliação das composições que abranja o maior número de situações possíveis dentro do país.

De maneira resumida, serão retiradas composições de preço unitário para os sistemas de gesso acartonado e de vedação em bloco cerâmico em base de dados nacionais. Em seguida serão apresentadas composições montadas por construtoras atuantes no mercado da construção civil para os três sistemas apresentados no trabalho. De posse desses cinco arranjos de serviços, serão verificados e comparados os valores dos

serviços, constatado se o sistema mais moderno atuante no Brasil, que é o ICF, é de fato, mais oneroso que os demais, dentre outras constatações.

## 3.2 BASES DE DADOS UTILIZADAS

A base de dados utilizada foi a do SINAPI (Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil) por ser uma fonte confiável e pública de apresentação de dados em nível nacional e apresentar composições dos dois sistemas que o projeto busca comparar com o ICF: a alvenaria de vedação em blocos cerâmicos e de gesso acartonado. Os dados possuem data de referência técnica de 13/11/2020 e são referentes ao estado do Espírito Santo, o que se aproxima da realidade praticada na região da Grande Vitória. O fato de o SINAPI ser uma base nacional facilita para que o leitor tenha uma noção em nível nacional, mas em paralelo não permite que os valores sejam distanciados da realidade da região trabalhada.

Optou-se por utilizar os dados não desonerados, onde os encargos sociais estão embutidos nos custos de mão-de-obra, que é a forma como as empresas costumam montar sua composição.

## 3.3 APRESENTAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES E AVALIAÇÃO DOS VALORES

A apresentação será feita na forma de tabelas comparativas respeitando todos os dados extraídos das fontes já mencionadas e, posteriormente, os valores serão avaliados, comparados entre si e com dados da revisão bibliográfica para verificar se existe algum sistema mais indicado em relação aos custos apresentados.

# 4 RESULTADOS

Os resultados encontrados, na forma de composição de serviços, serão apresentados a seguir. Primeiramente serão apresentadas as composições do serviço de alvenaria em blocos cerâmicos, seguido do fechamento em gesso acartonado e então, o ICF.

As composições do SINAPI são retiradas do site da Caixa Econômica Federal e são apresentadas em forma de relatórios de insumos e composições. Foi determinado o uso dos relatórios da unidade de federação do Espírito Santo, com os dados não desonerados, referentes a outubro de 2020. A Tabela 1 apresenta algumas informações do documento.

**Tabela 1 - Informações do documento do SINAPI**

| SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de custos e índices da construção civil – Custos de Composição Analítico | |
|---|---|
| Data de emissão | 13/11/2020 |
| Data de referência técnica | 13/11/2020 |
| Encargos sociais sobre preços da mão-de-obra | 116,15% (Hora)<br>72,68% (Mês) |

Fonte: SINAPI (2020).

Ainda nesta base, são apresentadas três formas de obtenção dos preços: coletado (C), atribuído de São Paulo (AS) e o coeficiente de representatividade (CR). Nas tabelas, eles são indicados pelas siglas.

## 4.1 ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO

A seguir serão apresentadas as composições referentes ao serviço de alvenaria de blocos cerâmicos e, posteriormente, os resultados encontrados serão discutidos sob a luz da revisão bibliográfica. Na Tabela 2 e Tabela 3 constam as composições do SINAPI e da Construtora X, respectivamente.

**Tabela 2 - Composição do serviço de alvenaria de blocos cerâmicos**

| SERVIÇO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Descrição | Unidade | | | | |
| 87519 | Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm (espessura 9cm) - parede com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira | M² | | | | |
| **INSUMOS** | | | | | | |
| Código | Descrição | Unidade | Origem do preço | Coef. | Preço Unitário | Custo total |
| 7266 | Bloco cerâmico vazado para alvenaria de vedação, de 9x19x19cm (LxAxC) | MIL | C | 0,02831 | R$ 545,00 | R$ 15,42 |
| 34557 | Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio D = *1,20 a 1,70*mm, malha 15x15mm (CxL) *50x7,5* cm | M | CR | 0,42 | R$ 2,39 | R$ 1,00 |
| 37395 | Pino de aço com furo, haste = 27mm (ação direta) | CENTO | AS | 0,005 | R$ 34,13 | R$ 0,17 |
| 87292 | Argamassa traço 1:2:8 (em volume de cimento, cal e areia média úmida) para emboço/masa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico com betoneira 400L. | M³ | CR | 0,0098 | R$ 371,66 | R$ 3,64 |
| 88309 | Pedreiro com encargos complementares | H | C | 1,55 | R$ 23,37 | R$ 36,22 |
| 88316 | Servente com encargos complementares | H | C | 0,775 | R$ 16,50 | R$ 12,78 |
| **RESUMO** | | | | | | |
| Material | | | | 46,24% | | R$ 32,01 |
| Mão-de-obra | | | | 53,76% | | R$ 37,22 |
| Total composição | | | | 100,00% | | **R$ 69,23** |

Fonte: SINAPI (2020).

**Tabela 3 - Cotação do serviço de alvenaria de blocos cerâmicos**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **14** | **ALVENARIA** | | | | | |
| 14.1 | Alvenaria Interna | M2 | 5836,00 | 51,85 | R$ | 302.596,60 |
| 14.2 | Alvenaria Externa | M2 | 3322,00 | 67,50 | R$ | 224.235,00 |
| 14.3 | Alvenaria da caixa da escada e garagem 2° pavimento com blocos | M2 | 597,20 | 58,55 | R$ | 34.966,06 |
| | | | | **TOTAL DO ITEM:** | **R$** | **561.797,66** |
| **15** | **REBOCO E CONTRA-PISO** | | | | | |
| 15.1 | Reboco Interno | M2 | 14805,00 | 42,00 | R$ | 621.810,00 |
| 15.2 | Reboco Externo | M2 | 4473,00 | 45,00 | R$ | 201.285,00 |
| 15.3 | Contra-piso | M2 | 5404,00 | 45,00 | R$ | 243.180,00 |
| | | | | **TOTAL DO ITEM:** | **R$** | **1.066.275,00** |

Fonte: Acervo da Construtora X (2020)

Observando a composição extraída do SINAPI para a alvenaria de blocos cerâmicos, temos que o custo de R$ 69,23 incluso todos os materiais e a mão de obra necessária para o serviço de 1 m² de parede em alvenaria de blocos cerâmicos. Sendo que R$ 37,22 (≅ 54% do custo unitário total) é referente a mão de obra e que R$ 32,01 (≅ 46% do custo unitário total) é referente aos materiais necessários.

Paralelo a isso, temos de acordo com a Tabela 3, a tabela de custos da Construtora X, a qual informa que o custo de material e mão de obra para execução do mesmo serviço possui distinção quanto a alvenaria interna e externa. Para a obra que selecionamos como estudo de caso da Construtora X, foram construídos 5836 m² de alvenaria interna, com custo de R$ 51,85 /m² e 3322 m² de alvenaria externa com o custo de R$ 67,50 /m². Dessa forma podemos obter a seguinte média ponderada, a qual usa a área como o peso de cada termo: R$ 57,53 /m² como o custo médio para execução de alvenaria de blocos cerâmicos para a obra em questão.

O valor calculado e fornecido pela Construtora X referente ao custo unitário para execução do serviço analisado é 16,9% inferior ao fornecido pelo SINAPI para a mesma região geográfica (Grande Vitória).

## 4.2 PAINÉIS DE GESSO ACARTONADO – DRYWALL

Nas Tabela 4 e Tabela 5 serão apresentadas as composições referentes aos serviços de fechamento de gesso acartonado e, em seguida serão apresentados alguns trabalhos encontrados na literatura sobre este sistema.

**Tabela 4 - Composição do serviço de paredes com gesso acartonado**

| SERVIÇO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Descrição | Unidade | | | | |
| 96359 | Parede com placas de gesso acartonado (DRYWALL), para uso interno, com duas faces simples e estrutura metálica com guias simples, com vãos | M² | | | | |
| **INSUMOS** | | | | | | |
| Código | Descrição | Unidade | Origem do preço | Coef. | Preço Unitário | Custo total |
| 37586 | Pino de aço com arruela cônica, diâmetro arruela = *23*mm e comp. da haste = *27*mm (ação indireta) | CENTO | AS | 0,029 | R$ 39,70 | R$ 1,15 |
| 39413 | Placa / chapa de gesso acartonado, standart (ST), cor branca, E = 12,5mm 1200x2400mm (LxC) | M² | CR | 2,106 | R$ 13,60 | R$ 28,64 |
| 39419 | Perfil guia, formato U, em aço zincado, para estrutura de parede Drywall, E = 0,5mm, 70x3000mm (LxC) | M | CR | 0,9093 | R$ 4,93 | R$ 4,48 |
| 39422 | Perfil montante, formato C, em aço zincado, para estrutura parede Drywall, E = 0,5mm, 70x3000mm (LxC) | M | C | 2,8999 | R$ 5,60 | R$ 16,23 |
| 39431 | Fita de papel microperfurado, 50x150mm, para tratamento de juntas de chapa de gesso para Drywall | M | CR | 2,5027 | R$ 0,15 | R$ 0,37 |
| 39432 | Fita de papel reforçada com lâmina de metal para reforço de cantos de chapa de gesso para drywall | M | CR | 0,7925 | R$ 2,01 | R$ 1,59 |
| 39434 | Massa de rejunte em pó para drywall, a base de gesso, secagem rápida, para tratamento de juntas de chapa de gesso (necessita adição de água) | KG | CR | 1,0327 | R$ 2,70 | R$ 2,78 |
| 39435 | Parafuso drywall em aço fosfatizado, cabeça trombeta e ponta agulha (TA), comprimento 25mm | UN | AS | 20,0077 | R$ 0,06 | R$ 1,20 |
| 39443 | Parafuso drywall em aço zincado cabeça lentilha e ponta broca (LB), largura 4,2mm, comprimento 13cm | UN | AS | 0,9149 | R$ 0,14 | R$ 0,12 |
| 88278 | Montador de estrutura metálica com encargos complementares | H | CR | 0,628 | R$ 23,66 | R$ 14,85 |
| 88316 | Servente com encargos complementares | H | C | 0,157 | R$ 16,50 | R$ 2,59 |
| **RESUMO** | | | | | | |
| Material | | | | 81,40% | | R$ 60,24 |
| Mão-de-obra | | | | 18,60% | | R$ 13,76 |
| Total composição | | | | 100,00% | | **R$ 74,00** |

Fonte: SINAPI (2020).

**Tabela 5 - Cotação do serviço de execução de paredes de drywall**

| ITEM | Descrição | Área (M²) | Unid. | Valor Unitário | Valor Total |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | ST/70/CI | 1314,04 | M² | R$ 115,00 | R$ 151.114,60 |
| **2** | CI/ 48 LR | 163,8 | M² | R$ 95,00 | R$ 15.561,00 |
| **3** | RU/48 LR | 416 | M² | R$ 60,00 | R$ 24.960,00 |
| **4** | RU/48 | | M² | R$ 50,00 | R$ 0,00 |
| **5** | ST/48 LR | 390,26 | M² | R$ 58,00 | R$ 22.635,08 |
| **6** | ST/70/ST | 1747,2 | M² | R$ 67,00 | R$ 117.062,40 |
| **7** | ST/70/RU | 1587,04 | M² | R$ 72,00 | R$ 114.266,88 |
| **8** | ST/70 | | M² | R$ 50,00 | R$ 0,00 |
| **9** | RU/70 | | M² | R$ 58,00 | R$ 0,00 |
| **10** | RU/OSB/70 LR | 546 | M² | R$ 89,00 | R$ 48.594,00 |
| **11** | 2ST/70 LR/ST/RU | 131,04 | M² | R$ 95,00 | R$ 12.448,80 |
| **12** | RU/OSB/ 70 LR/2ST | | M² | R$ 113,00 | R$ 0,00 |
| **13** | 2ST/ 70 LR/2ST | 229,32 | M² | R$ 91,00 | R$ 20.868,12 |
| **14** | RU/OSB/70/RU | | M² | R$ 105,00 | R$ 0,00 |
| **15** | ST/70LR | | M² | R$ 65,00 | R$ 0,00 |
| **16** | RU/ST/70LR | | M² | R$ 71,00 | R$ 0,00 |
| **17** | RU/70/RU | 109,2 | M² | R$ 75,00 | R$ 8.190,00 |
| **18** | ST/70/OSB/RU | 244,4 | M² | R$ 101,00 | R$ 24.684,40 |
| **19** | PERFIL F-47/ST | | M² | R$ 43,00 | R$ 0,00 |
| **20** | **ÁREA TOTAL** | **6878,3** | **M²** | **VALOR GLOBAL** | **R$ 560.385,28** |

Fonte: Construtora Y.

Algumas informações extras que a Construtora Y fornece em seus documentos é que o material necessário para execução das paredes de drywall representa aproximadamente 66% do custo, enquanto os 34% restantes ficam para a mão de obra.

Na Tabela 5, temos informações referente aos tipos de paredes de drywall que serão executados na obra, à área vertical de parede executada, aos custos unitários e totais para cada tipo de drywall empregado. Na coluna Descrição, temos alguns códigos usados pela Construtora Y, os quais cada um representa informações importantes quanto às especificações de cada parede de drywall. Essas especificações envolvem os tipos de chapas, conforme objetivo da aplicação, como Standard (ST), resistente a umidade (RU) e a resistente ao fogo (RF). Está relacionado também ao espaçamento entre as placas, sendo o 70 (70 mm) como o mais utilizado. Informa ainda se o vazio entre as placas for preenchido por algum material, como a lã de rocha (LR) para melhoria do conforto térmico e acústico, chapa de madeira (OSB) para possibilidade

de fixação de elementos na parede. Assim, a descrição, informa, em ordem, os elementos utilizados para execução da parede.

Tendo visto que foi estabelecido na metodologia desse trabalho quanto ao estudo das paredes de drywall com duas faces simples e estrutura metálica com guias simples, utilizaremos a cotação da Construtora Y, referente ao tipo de parede ST/70/ST, conforme apresentado na Tabela 5.

Uma observação importante na Tabela 5 é que para a área total de paredes executadas na obra (6878,3 m²) e o valor global orçado (R$ 560.385,28), temos como custo unitário médio para execução de paredes de drywall da obra executada pela Construtora Y é R$ 81,47 /m². Tendo ainda que, desse preço, R$ 53,77 /m² é referente aos materiais necessários e R$ 27,70 /m² referente à mão de obra, conforme proporção informada pela Construtora Y. 66% para material e 34% para mão de obra.

No entanto, os preços para a parede Standard ST/70/ST são 17,7% menores que o valor médio para a execução da obra em questão, conforme a Tabela 5, visto que esse possui materiais e execução mais simples.

Outra observação importante de ser ressaltada é que o custo por metro quadrado da parede Standard fornecido pela Construtora Y (R$ 67,00 /m²) é 9,46% inferior ao fornecido pelo SINAPI (R$ 74,00 /m²) para a mesma região geográfica (Grande Vitória).

## 4.3 ICF – INSULATING CONCRETE FORMS

Na

Tabela 6 será apresentado a composição do serviço de ICF fornecido pela Construtora Z. Em seguida, analisaremos os resultados encontrados com base na revisão bibliográfica.

**Tabela 6 - Composição do serviço de ICF**

| Parede Estrutural Autoportante De Microconcreto Armado, Com Forma Termoacústica Em Blocos De EPS 40x60x14cm-M² | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **DESCRIÇÃO** | **UNID.** | **QNTDE.** | **$** | **$/M²** |
| PEDREIRO | H | 0,257 | **R$ 20,75** | R$ 5,33 |
| SERVENTE | H | 0,128 | **R$ 10,70** | R$ 1,37 |
| Sub-Total de MÃO DE OBRA | | | | R$ 6,70 |
| Encargos Sociais (TCPO-PINI) | % | **139,44%** | R$ 6,70 | R$ 9,35 |
| **Total Mão de Obra com Encargos Sociais** | | | | **R$ 16,05** |
| ARXX - Bloco de EPS - 40X60X14 CM | un | 4,25 | **R$ 19,45** | R$ 82,66 |
| ARGAMASSA DOSADA EM CENTRAL, FCK 4MPa | M² | 0,0408 | **R$ 230,00** | R$ 9,38 |
| ARMADURA DE AÇO CA50, BITOLA ATÉ 12,5mm, PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, CORTE, DOBRA E MONTAGEM | KG | 1,2 | **R$ 4,99** | R$ 5,99 |
| **Sub-Total de MATERIAL** | | | | **R$ 98,03** |
| BOMBEAMENTO E LANÇAMENTO DE CONCRETO P/ ESTRUTURAS DE OBRAS ATÉ 80M3 | M² | 0,0408 | **R$ 27,96** | R$ 1,14 |
| VIBRADOR DE IMERSAO C/ MOTOR ELETRICO 2HP MONOFASICO QUALQUER DIAM C/ MANGOTE | H | 0,0041 | **R$ 6,47** | R$ 0,03 |
| ESCORA ARXX VEDA APRUMADORA COM RÉGUA DE FIXAÇÃO PARA SISTEMA DE BLOCOS DE EPS - PD < 3m | M² | 0,03889 | **R$ 46,50** | R$ 1,81 |
| Arruela em aço galvanizado Ø 1/4" | un | 4,3 | **R$ 0,16** | R$ 0,69 |
| Arame recozido 18 BWG, Ø 1,25 mm, 0,010 kg/m | KG | 0,01 | **R$ 11,61** | R$ 0,12 |
| Bucha de nylon Ø 10 mm x 45 mm | un | 0,7 | **R$ 0,25** | R$ 0,18 |
| Parafuso autoatarraxante com cabeça trombeta e ponta agulha para gesso acartonado Ø 3,5 mm x 45 mm | un | 3,1 | **R$ 0,11** | R$ 0,34 |
| Parafuso sextavado rosca soberba zincado Ø 1/4" x 1 1/2" | un | 1,2 | **R$ 0,11** | R$ 0,13 |
| Perfilado perfurado em aço galvanizado # 22, 38 x 19 mm | M | 0,35 | **R$ 7,47** | R$ 2,61 |
| Espuma de poliuretano monocomponente aerosol 500 ml | un | 0,03333 | **R$ 23,75** | R$ 0,79 |
| Adesivo de base epoxídica | KG | 0,005 | **R$ 40,47** | R$ 0,20 |
| **Sub-Total de EQUIPAMENTOS** | | | | **R$ 8,04** |
| **TOTAL DA COMPOSIÇÃO** | | | **R$ 122,12** | |
| **Indide de Produtividade M.O.** | **0,385** | **Hh/m²** | **23** | **m²/dia** |

Fonte: Construtora Z.

A Construtora Z forneceu uma composição detalhada para o preço unitário da execução das paredes de ICF, conforme

Tabela 6. Observa-se que o custo unitário é de R$ 122,12 /m², sendo que R$ 16,05 (≅ 13% do custo unitário total) é referente a mão de obra e que R$ 106,07 (≅ 87% do custo unitário total) é referente aos materiais necessários.

Por ser um sistema construtivo muito novo, o ICF ainda não está nas bases nacionais de composições de preços unitários, como o SINAPI e o TCPO da Revista Pini, para consulta e comparação.

Com isso, diante das informações coletadas pela Construtora Z, um ponto interessante a se observar é que os sistemas construtivos mais tecnológicos tendem a reduzir o uso da mão de obra e do tempo necessário para sua execução. A Tabela 7 ilustra as proporções entre o material e a mão de obra para cada um dos serviços estudados. Ressalta-se que a Construtora X, responsável pela execução da obra com paredes de alvenaria de blocos cerâmicos não detalhou essa proporção em seu serviço.

**Tabela 7 - Proporções entre Mão de Obra e Material para execução das paredes em estudo**

| | | Blocos Cerâmicos | | Gesso Acartonado | | ICF | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SINAPI | Material | R$ 37,22 | 53,8% | R$ 60,24 | 81,4% | - | - |
| | Mão de Obra | R$ 32,01 | 47,2% | R$ 13,76 | 18,6% | - | - |
| | TOTAL | R$ 69,23 | | R$ 74,00 | | - | |
| Construtora | Material | - | - | R$ 44,22 | 66% | R$ 106,70 | 86,9% |
| | Mão de Obra | - | - | R$ 22,78 | 34% | R$ 16,05 | 13,1% |
| | TOTAL | R$ 57,53 | | R$ 67,00 | | R$ 122,12 | |

Quanto a comparação dos custos unitários expostos nesse capítulo e resumidos na Tabela 7, observa-se que os custos para executar uma parede em alvenaria de blocos cerâmicos se assemelha muito aos custos do gesso acartonado Standard. No entanto, o custo unitário do ICF chega a ser quase o dobro dos outros dois métodos construtivos.

No entanto, é importante ressaltar que apenas a execução da alvenaria de blocos cerâmicos ainda é uma parede não acabada, diferente das paredes em gesso acartonado e das paredes em ICF. Para a alvenaria de blocos cerâmicos chegar uma etapa similar ao dos outros dois sistemas construtivos, é necessário a etapa de um revestimento que resista o suficiente para considerar como uma parede acabada. Nesse caso, vamos considerar a utilização de chapisco e reboco paulista, por ser o

mais utilizado no Brasil. Ambos preparados em betoneira e com aplicação manual. Consultando na base de composições do SINAPI, para a mesma data das composições extraídas anteriormente nesse trabalho (outubro de 2020) e utilizado a planilha não desonerada, temos que o custo unitário para a execução desses serviços são, conforme Tabela 8:

**Tabela 8 - Custos de uma parede de alvenaria de blocos cerâmicos acabada com base no SINAPI**

| Serviço | Parede Externa (3322 m²) | | Parede Interna (5836 m²) | |
|---|---|---|---|---|
| | **Lado 1 (Externo)** | **Lado 2 (Interno)** | **Lado 1 (Interno)** | **Lado 2 (Interno)** |
| **Chapisco** | Cód. SINAPI 87905 | Cód. SINAPI 87879 | Cód. SINAPI 87879 | Cód. SINAPI 87879 |
| | R$ 7,21 /m² | R$ 3,18 /m² | R$ 3,18 /m² | R$ 3,18 /m² |
| **Reboco Paulista (Massa única)** | Cód. SINAPI 87775 | Cód. SINAPI 87529 | Cód. SINAPI 87529 | Cód. SINAPI 87529 |
| | R$ 45,18 /m² | R$ 27,77 /m² | R$ 27,77 /m² | R$ 27,77 /m² |
| **Alvenaria de Blocos Cerâmicos** | R$ 67,50 /m² | | R$ 51,85 /m² | |
| **TOTAL DOS SERVIÇOS** | R$ 150,84 /m² | | R$ 113,75 /m² | |
| **MÉDIA DA OBRA** | R$ 127,20 /m² | | | |

Na Tabela 8 acima, foram somados o chapisco e o reboco paulista, cada um de ambos os lados das paredes, com a alvenaria de blocos cerâmicos. Com esse resultado, obteve-se a média ponderando a área de paredes internas e externas para o custo unitário médio de execução de uma parede de alvenaria considerada acabada, ou seja, em estágio paralelo às paredes de drywall e de ICF.

Com base agora nos dados da Construtora X, temos que o custo total para execução do reboco em sua obra é de R$ 823.095,00, considerando o reboco interno e o externo, de acordo com a Tabela 3. Ainda de acordo com essa tabela, a área total, incluindo a alvenaria de caixa de escada e a garagem é de 9755,2 m². Portanto o custo médio do reboco em cada lado da parede é de R$ 42,19 /m². O que dá um custo médio para a parede em alvenaria de blocos cerâmicos considerada acabada para essa obra de (R$ 57,53 /m² + 2 * R$ 42,19 /m²) = R$ 141,90 /m².

Um ponto a se observar é que as paredes ICF em estudo são consideradas paredes acabadas. Necessitando apenas aplicação uma fina camada de gesso desempenado,

em torno de 5 mm, ou até mesmo de aplicação de revestimento cerâmico diretamente sobre os blocos de ICF ou então de pintura texturizada. Isso se dá, visto que a etapa de escoramento dos blocos, na etapa da execução das paredes, permite que elas sejam plenamente prumadas.

Vale destacar que no trabalho realizado por Jesus e Barreto (2018), onde foram comparados três sistemas diferentes: ICF, alvenaria convencional e alvenaria estrutural, em relação ao custo de cada um, o sistema com o maior desempenho foi o de alvenaria estrutural, seguido pelo ICF. Entretanto, vale ressaltar que nesta pesquisa, os blocos de EPS desempenharam também a função estrutural. Outras duas variáveis consideradas no estudo foi o desempenho térmico e o fluxo de atividades, e nestes dois, o sistema ICF ganhou destaque sob os demais.

Junior (2018) realizou um detalhamento orçamentário do sistema, onde foram considerados insumos próximos ao desta pesquisa: O bloco é o ARXX Veda, com 14 cm de espessura, concreto usinado para preenchimento dos blocos e os aços CA-60 e CA-50 que são postos de forma horizontal e vertical ao longo das paredes. Tal levantamento teve como base a construção de um empreendimento residencial com área total de 215,8m². Na Tabela 9 pode-se notar os insumos considerados no levantamento.

**Tabela 9 - Detalhamento de quantitativos e custos de materiais ARXX Veda**

| Estrutura | Unid. | Quantidade | Unitário (R$) | Total (R$) |
|---|---|---|---|---|
| Blocos casa e muro | Bloco | 1451 | 17,00 | 24.667,00 |
| Vigas de concr. arm. | Unit. | 34 | 22,00 | 748,00 |
| Lajotas EPS | Unit | 276 | 6,00 | 1656,00 |
| Tela de aço | m² | 25 | 20,00 | 500,00 |
| Concreto usinado | m³ | 104,47 | 305,00 | 31.863,35 |
| Aço horizontal CA-60 | Unit. | 160 | 8,49 | 1358,40 |
| Aço Vertical CA-50 | Unit. | 140 | 26,90 | 3766,00 |
| **Total** | | | | **64.558,75** |

Fonte: Junior (2018).

Aliado aos valores apresentados os autores consideraram um custo de R$ 150,00 de mão-de-obra, por m² construído. Desta forma, um custo unitário estimado final ficaria em aproximadamente R$450,00/m².

É importante mencionar que cada composição extraída da literatura vai apresentar os dados voltados a determinado objetivo, o que as fazem serem diferentes entre si. No

caso deste trabalho, foi incluída na composição, telas de aço, lajotas EPS para laje de forro e também vigas de concreto armado, que foram necessárias para atender a construção particular do estudo de caso. Entretanto, é importante apresentar estes estudos pois contribuem para o melhor entendimento dos custos e materiais envolvidos e de como eles variam conforme região.

# 5 CONCLUSÃO

Diante do objetivo do trabalho, que era o de propor avaliações dos custos unitários de três sistemas de vedação vertical, pode-se constatar que atualmente, a oferta de opções construtivas para este sistema vem aumentando cada vez mais, com a inserção de novos materiais e métodos no mercado. Tal comportamento é benéfico do ponto de vista de custo e desempenho pois assim, há maior liberdade por parte das construtoras em escolher a melhor opção. Entretanto, é fundamental que haja um avanço também da mão-de-obra qualificada e das normalizações dos métodos e materiais, uma vez que, em muitos casos, verifica-se algumas barreiras em utilizar determinados sistemas impedindo a construtora de modernizar seus sistemas.

Além disso, com base nos resultados apresentados, pode-se constatar que há uma variação significativa nos preços unitários apresentados entre as construtoras e as bases de dados nacionais. Tal fator pode indicar que a possível inserção de uma futura composição de preço para o ICF em base de dados nacionais terá um acréscimo possível de 10 a 20%, baseado nas diferenças encontradas na Tabela 7, entre os valores do SINAPI e das construtoras locais. Essa hipótese dá um valor estimado de R$ 140,43 ± 6,10 /m².

Um detalhe importante que foi observado na análise desses resultados é que cada sistema construtivo estudado nesse trabalho possui características próprias que necessitam ser consideradas para uma real comparação entre os custos de cada um.

Em síntese, na alvenaria de blocos cerâmicos foi preciso considerar o uso de chapisco e o reboco paulista para entregar uma parede acabada e prumada, pronta para a aplicação da pintura ou revestimento cerâmico, por exemplo. No sistema de gesso acartonado, é exigido placas ou aplicações de materiais extras para atender as necessidades de cada ambiente, como o uso de lã de rocha, folhas duplas, placas distintas para cada ambiente e sustentação extra para criar pontos de fixação de objetos, bancadas e ar condicionado nas paredes. Já o sistema ICF ainda não tem nenhuma das fabricantes de ICF indexadas em qualquer base de dados nacional para composições de preço unitário. Além disso, as marcas nacionais não tem uma padronização dos seus blocos, o que pode dificultar ainda mais sua inserção em algum referencial de preços como o SINAPI, por exemplo.

Desta forma, conclui-se que não há como afirmar que determinado sistema é mais indicado do que o outro, pois tal decisão depende de uma série de fatores como: disponibilidade de recursos por parte da construtora, localização da obra, mão-de-obra disponível, necessidades da edificação quanto a velocidade da obra e níveis de confortos térmico e acústico.

**Tabela 10 - Custos médios considerando todas as paredes como acabadas**

| Custo Unitário | SINAPI | Construtora | Obs.: |
|---|---|---|---|
| Alvenaria de Blocos Cerâmicos | R$ 127,20 /m² | R$ 141,90 /m² | Acrescentado serviços de chapisco + reboco |
| Paredes de Gesso Acartonado | Não calculado | R$ 81,47 /m² | Considerado o custo médio unitário de todas as paredes de gesso acartonado utilizadas na obra |
| Paredes em ICF | Não calculado | R$ 122,12 /m² | Sem modificações |

Por fim, é válido reformular a Tabela 7, com os custos médios dos três sistemas construtivos de paredes de vedação que foram objetos desse trabalho. No entanto, considerando alguns gastos extras para execução das paredes consideradas como acabadas, ou seja, prumadas e prontos para aplicação de revestimentos, conforme explicado anteriormente nesse capítulo. De forma que, fica como sugestão para futuros trabalhos acadêmicos estudarem de forma minuciosa as interferências que algumas dessas necessidades citadas para cada sistema construtivo acarreta os custos finais de cada metro quadrado dessas paredes. Esses valores serão hipotéticos e simulados apenas para vínculo de comparação com os próximos trabalhos acadêmicos. Verificou-se, de acordo com a Tabela 10 que a alvenaria de blocos cerâmicos se tornou mais oneroso dentre ou três, vindo em sequência o ICF, o que altera a ordem dos sistemas com menores custos, quando comparado com a Tabela 7.

Outro detalhe constatado é que, o gesso acartonado permite uma maior flexibilidade no uso de diferentes configurações de parede, permitindo assim o uso mínimo necessário para atender as necessidades de uma edificação. O que torna o sistema mais econômico dentre os estudados. Já a alvenaria de blocos cerâmicos e o sistema ICF não tem tamanha flexibilidade. Todavia, esse último possui um excelente

benefício dentre todos, visto que essa entrega padrões de qualidade e de conforto térmico e acústico superiores à média dos demais.

# 6 REFERÊNCIAS


ALVES, A.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Influência da umidade do revestimento na resistência superficial avaliada por diferentes métodos de ensaio**. FINEP. 2010.

ASADI, P.; MADANDOUST, R.; ZAHRAI, S. M. Response Modification Factor due to Ductility of Screen-Grid ICF Wall System in High Seismic Risk Zones. **Structural Engineering,** v. 21, n. 1, pag. 258-264. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.281:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.715:** Chapa de gesso para drywall. Rio de Janeiro. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.217:** Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall. Rio de Janeiro. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.270:** Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575 Parte 1:** Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575 Parte 4:** Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.758:** Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545:** Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos - Procedimento. Rio de Janeiro, 1984.

ASTM. ASTM E2634 – **Standard Specification for Flat Wall Insulating Concrete Form (ICF) Systens.** ASTM International: West Conshohocken. 2017.

BARBOSA, E. M. L. Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall, **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, GO, v. 1, n 10, dez. 2015.

BIANQUINI, F. M.; DARÉ, M. E. **Estudo comparativo dos custos diretos entre os sistemas de vedação com alvenaria de blocos de concreto celular autoclavado**. Artigo de graduação. Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2016

BLOG DO GESSEIRO. **Parede de gesso pode molhar? Descubra aqui.** 2016. Disponível em: <https://blogdogesseiro.com/parede-de-gesso-pode-molhar-descubra-aqui/ >. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C**. Materiais de Construção Civil.** São Paulo: Ibracon, 2017. Pag. 605-632.

CENTOFANTE, Y. R. **Comparação dos sistemas construtivos de vedação vertical interna em alvenaria convencional e chapas de gesso acartonado.** Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal do Mato Grosso, 74 p. 2019.

CONDEIXA, K. M. S. P. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do cilco de vida: Sistema Drywall e alvenaria de vedação.** Dissertação (Mestrado). 212p. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2013.

DIVIPLUS. **Drywall.** 2020. Disponível em: http://www.isocret.com.br. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

DOS SANTOS, R. F. C. **Sistema monolítico e alvenaria de blocos cerâmicos estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações.** Projeto de Graduação. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 97p. Rio de Janeiro. 2014.

DUEÑAS PEÑA, M. **Método para elaboração de projeto para produção de vedações verticais em alvenaria.** São Paulo. EPUSP. 2004.

FERREIRA, C. F. A. **Análise de fissuras e trincas nas alvenarias de vedação construção de casas em Minas Gerais.** Monografia de Especialização. Universidade Federal de Minas Gerais. 56p. Belo Horizonte. 2016.

FERREIRA, S. R. L. **O pensamento do ciclo de vida como suporte à gestão dos resíduos sólidos da construção e demolição: exemplo no Distrito Federal e estudos de casos de sucessos no Brasil e no exterior. Brasília,** 2009, 192f (Dissertação) - Centro de desenvolvimento sustentável. Universidade de Brasília, Brasília. 2009.

FK COMÉRCIO. **Alvenaria Convencional.** Disponível em: http://www.fkct.com.br/alvenaria_convencional.html. 2012. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

GALLO, S. R. **Estudo de produtividade da alvenaria de vedação em obras verticais.** Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 64p. Campo Mourão, 2016.

GARCIA, M. G. R. **Sistema drywall como divisória interna na construção civil: uma revisão bibliográfica da correta execução, vantagens e desvantagens.** Artigo de Graduação. 31p. Centro Universitário de Maringá. Maringá. 2018.

GONÇALVES, C. J. P. **Análise Comparativa de Diversas Soluções.** 2013. https://ria.ua.pt/bitstream/10773/11666/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

HOLANDA, E. P. T. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: diretrizes para o treinamento da mão-de-obra.** Dissertação (Mestrado). 174p. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

ISOCRET do Brasil. **Concreto e aço.** 2010. Disponível em: http://www.isocret.com.br. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

JESUS, A. T. C.; BARRETO, M. F. F. M. Análise comparativa dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Convencional, Alvenaria Estrutural e Moldes Isolantes para Concreto (ICF). **Engineering and Science**, v. 3, ed. 7. 2018.

JUNIOR, A. P. B. **Analise da viabilidade econômica do método construtivo insulated concrete forms para construção de habitações.** Monografia. 68p. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró. 2018.

JUNIOR, J. A. M. **Divisórias em gesso acartonado: sua utilização na construção civil.** Trabalho de Conclusão de Curso. 74p. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 2008.

LABUTO, L. V. **Parede seca – Sistema construtivo de fechamento em estrutura de drywall.** Monografia (Especialização). 67p. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. 2014.

LAI, L. **Verificação do custo-benefício do sistema Drywall segundo a ABNT NBR 15575:2013.** Projeto de Graduação. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 91p. Rio de Janeiro. 2016.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. Mestrado profissionalizante. Universidade federal do Rio Grande do Sul, 180p. Porto Alegre, 2004.

MARQUES, D. V. P. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria**. Monografia. Escola politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 96 p. Rio de Janeiro, 2013.

MIDIERI, C. V. Patologia de paredes dry-wall: formas de prevenção. **Seminário Patologias Precoces de obras: O risco do passivo Técnico e as ações para evitar os defeitos de construção.** Seminário. Institutos de Pesquisas Tecnológicas. 2012.

MINOTTO, F. L.; VARGAS, A. **Analise da influência de diferentes sistemas de vedação vertical no custo final de uma estrutura em concreto armado**. Artigo submetido ao curso de Engenharia Civil da UNESC. Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2011.

NETO, J. P. C. R. **Comparativo construtivo e orçamentário entre sistemas de vedação em alvenaria de blocos cerâmicos tradicional e vedação vertical em gesso acartonado.** Trabalho de Conclusão de Curso. 99p. Universidade Federal do Mato Grosso. Barra do Graças. 2018.

NUNES, H.P. **ESTUDO DA APLICAÇÃO DO *DRYWALL* EM EDIFICAÇÃO VERTICAL.** 2015. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, 2015.

OLIVEIRA, D. R. B. **Estudo comparativo de alternativas para vedações internas de edificações.** Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

OLIVEIRA, L. O. S. **Proposta de índice de geração de resíduo na execução de instalações elétricas embutidas em alvenaria.** Dissertação (Mestrado). 128p. Programa de pós graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2018.

OLIVEIRA, N. **Análise estrutural comparando a aplicação da alvenaria de blocos cerâmicos e drywall como sistemas de vedação vertical interna de uma edificação.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, 95p. Pato Branco, 2016.

PEREIRA, F.; COSTA, L. F. **Análise das cargas em um edifício de concreto armado quando comparado a utilização de paredes de vedação interna de alvenaria convencional e drywall.** Trabalho de conclusão de curso. 81p. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2017.

RANCAN, G. **Comparação de custos de diferentes composições de paredes de gesso acartonado executadas visando o desempenho acústico.** 88p. Trabalho de diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2018.

SABBATINI, F. H. **Construção crítica [Entrevista a Heloisa Medeiros].** Techne. São Paulo. 2015.

SABBATINI, F. H. Tecnologia das construções de edifícios I. São Paulo: Escola Politécnica - USP, 2003.

SABBATINI, F.H. **O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado.** Seminário tecnologia e gestão na produção de edifícios: vedações verticais, São Paulo-SP. 1998.

SCHIMIDT, W.; ALEXANDER, M.; JOHN, V. Education for sustainable use of cement based materials. **Cement and Concrete Research**, v. 114, pag. 103-114. 2018.

SCHVARSTZHAUPT, C. C.; TUTIKIAN, B. F.; NUNES, M. F. O. Análise comparativa do desempenho acústico de sistemas de fachada com esquadrias de PVC com persiana e diferentes tipos de vidros em ensaios de laboratório. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 4, pag. 135-145, 2014.

SOLOMON, A. A.; HEMALATHA, G. Characteristics of expanded polystyrene (EPS) and its impact on mechanical na termal performance of insulated concrete form (ICF) system. **Structures**, v. 23, pag. 204-213. 2020.

TAGLIABOA, Luís Claudio. **Contribuição ao Estudo de Sistemas de Vedação Autoportante**. [S.I.], 2011. Disponível em <http://www.sicablocos.com.br/tesedefendida.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** Dissertação (Mestrado). 316p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

THOMAZ, E. (2001) **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução.** São Paulo. Editora Pini. 2006.

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

VASCONCELOS, W. S. **Ações de controle da produção de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos: Um estudo de caso em Brasília/DF.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília. 2015.

WINCKLER, V. L. **Estudo comparativo de custo e produtividade entre sistemas de vedação com bloco cerâmico e bloco de gesso.** Monografia de Especialização. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 37p. Curitiba. 2019.