

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA EM BLOCO CERÂMICO E PAREDES DE GESSO ACARTONADO¹

Tiago Seidler da Rosa²

Auro Cândido Marcolan Júnior³

RESUMO

A alvenaria convencional em blocos cerâmicos vem sendo o método mais utilizado em vedação interna no mercado da construção civil. Em contra partida, novas tecnologias vêm surgindo com novas melhorias e podendo sanar problemas pontuais que a alvenaria convencional apresenta como por exemplo a morosidade do tempo de execução, alto custo, possíveis patologias causadas por ações humanas. Este artigo faz uma comparação dos resultados obtidos de custos do sistema de vedação interna de blocos cerâmicos e do sistema gesso acartonado aplicados à obra, o qual possibilitou o levantamento de parâmetros que foram utilizados para a determinação do método de vedação mais econômica. O método construtivo de alvenaria convencional com tijolos cerâmicos de 08 furos foi substituído por painéis estruturais de gesso acartonado para vedação interna das paredes de uma residência unifamiliar de 83,45m², utilizando o com levantamento de insumos adotados em tabelas padrões de códigos do SINAPI, versus orçamentação da mesma habitação pelo método construtivo em *Light Steel Frame* com o levantamento de preços de insumos na região do município de Palhoça, Santa Catarina, determinando a viabilidade de custo. Diante dos resultados obtidos com o estudo de caso proposto, considerando todas as variáveis envolvidas e o ambiente onde foi desenvolvido o projeto de pesquisa, foi constatado maiores vantagens do sistema sistema gesso acartonado em relação ao sistema de vedação com blocos cerâmicos, proporcionando um custo total mais econômico equivalente a 14,68% em relação ao sistema de vedação convencional.

Palavras-chaves: *Light Steel Frame*, sistema gesso acartonado, alvenaria convencional, custos.

1 INTRODUÇÃO

Na indústria da construção civil atual, o método construtivo mais comum é a alvenaria de blocos, onde o assentamento é feito por meio de argamassa, muitas vezes produzidas no local. Esse processo comumente trás acúmulos de resíduos, a execução é mais lenta gerando desperdícios de materiais e podendo causar imprecisão na execução.

No Brasil, o principal sistema construtivo utilizado é a alvenaria de blocos cerâmicos com estrutura de concreto armado, que utiliza recursos naturais não-renováveis para a

¹ Artigo Apresentado à Faculdade Unisociesc, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, em 2022.

² Graduando em Engenharia Civil. E-mail: tiagorosa.engcivil@gmail.com

³ Professor orientador. E-mail: auro.marcolan@yahoo.com.br

construção dos blocos e concreto além de contribuir para a formação de gases estufa. O processo de construção é bastante artesanal, caracterizado pela baixa produtividade e, principalmente, pelo alto desperdício.

A construção civil é o setor com a maior geração de resíduos do Brasil. A construção civil é responsável por gerar cerca de 122.262 toneladas de resíduos por dia, de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil publicado pela ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, em 2014.(PORTAL SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

Em busca de proporcionar maior produtividade reduzindo perdas e entulhos gerados na construção, um novo método de construção conhecido como *Light Steel Frame* (LSF), vem sendo uma ótima alternativa, embora seja mais conhecido em países mais desenvolvidos, no Brasil, sua prática vem sendo difundida e utilizada ganhando ainda mais espaço no setor, proporcionando uma construção rápida e com qualidade.

Este estudo tem o propósito de comparar os sistemas de vedação vertical em alvenaria convencional de bloco cerâmico e de gesso acartonado, levando em consideração aspectos construtivos e orçamentários e identificar, qual pode ser mais viável do ponto de vista econômico e técnico.

O projeto utilizado como modelo de comparação objeto de estudo utilizada para este trabalho foi uma residência unifamiliar localizada no bairro Bela Vista, na cidade de Palhoça – SC, uma edificação térrea, com 83,45 m² de área construída, feita em alvenaria convencional com blocos cerâmicos de 8 furos, com laje pré-moldada e telhamento em fibrocimento, cujo projeto arquitetônico encontra-se no Anexo 1.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo a apresentação de uma análise comparativa de custos, apontando as vantagens da utilização do *Sistema Light Steel Frame* como alternativa ao sistema convencional em tijolos cerâmicos de 08 furos, desconsiderando as fundações, e avaliando a viabilidade econômica desse sistema em uma residência unifamiliar de 83,45m² a ser executada no município de Palhoça/ SC.

2.2 Objetivos específicos

Este trabalho tem por objetivos específicos:

- a apresentação de uma análise comparativa de custos, apontando as vantagens da utilização do *Sistema Light Steel Frame* como alternativa ao sistema convencional em

tijolos cerâmicos de 08 furos, desconsiderando as fundações e paredes externas, e avaliando a viabilidade econômica desse sistema em uma residência unifamiliar de 83,45m²;

- analisar o sistema construtivo *Light Steel Frame* aplicado a uma residência unifamiliar, demonstrando através de planilhas orçamentárias detalhadas a comparação de custos em relação ao sistema de alvenaria convencional, desconsiderando os custos das fundações a ser executada no município de Palhoça/ SC;
- comparar os métodos de vedações verticais de alvenaria e gesso acartonado - *drywall*, ressaltando as vantagens e desvantagens de cada método.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Existem vários métodos construtivos para execução de uma residência unifamiliar, como a do estudo do caso, sendo muito usual o tipo em alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos 06 furos. Através desta técnica podem-se distinguir os ambientes que compõe a edificação, além de impedir ações de ventos, chuvas, umidades, entre outros fatores. Na alvenaria de vedação, as paredes de fechamento não possuem valor estrutural, onde sua execução é realizada com tijolos cerâmicos. Já a alvenaria estrutural é executada com blocos cerâmicos ou blocos de concreto ou tijolos maciços (MOLITERNO, 2010).

3.1.1 Definição

De acordo com Cavalheiro (1998), a Alvenaria Estrutural é toda a estrutura em alvenaria, predominantemente laminar, calculada por métodos racionais de cálculo para suportar cargas além do seu peso próprio. Dividida em Alvenaria Estrutural Não Armada, Alvenaria Estrutural Armada, Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada e Alvenaria Estrutural Protendida.

A alvenaria convencional é o método mais antigo de construção do mundo. Com origem pré-histórica, começou a ser utilizada em pedras ou tijolos secos a sol ainda na idade média, assentados com barros, betumes, argamassas de cal até o então muito utilizado cimento Portland, produziram monumentos e construções rústicas em decorrência do não conhecimento de resistência das matérias que vieram a ser estudadas a partir do século 19 com a criação do aço. (CAVALHEIRO, 1998)

O processo de construção de alvenaria convencional é um processo inquestionável e intocável até os tempos atuais no Brasil. Composto de cimento, aço e blocos para vedação, o processo apresenta um custo elevado e tem aberto brechas para outros métodos se lançarem ao mercado.

Santiago, Freitas e Crasto (2012), doutrina que a alvenaria convencional começa a ser questionada pelo elevado desperdício, o que eleva os custos da obra e também aumenta tempo de construção do empreendimento.

3.1.2 Etapas construtivas

3.1.2.1 Fundações

Pereira (2013) conceitua Fundações como estruturas que tem por funcionalidade transmitir as cargas da estrutura para o solo, de forma a garantir a estabilidade do empreendimento e também do solo. Com base no tipo de construção e também no tipo de solo, opta-se por fundações rasas ou profundas e é projetada de acordo com o grau de necessidade da estrutura .

A escolha correta de uma solução de fundação deve passar necessariamente por uma criteriosa análise técnica e econômica de várias alternativas, devendo ser ponderadas variáveis tais como as condições das edificações vizinhas à obra, geotécnica local, viabilidade executiva e existência de mão-de-obra especializada para execução da solução definida.

A construção de uma edificação começa pela sondagem do terreno sobre o qual ela será erguida. A sondagem, uma espécie de radiografia do terreno, identifica as camadas do solo e sua resistência, além de detectar a presença do lençol freático (água), informações fundamentais para que o calculista projete adequadamente as fundações (QUARESMA, 2016).

No caso de construção de imóveis residenciais que é foco desse estudo, as fundações normalmente leva-se em conta o critério como perfil da obra, análise geotécnica, e edificações próximas.

Se a camada resistente se encontrar menos de 3 m de profundidade, é possível empregar fundação direta, cujos principais tipos são as sapatas, sapatas isoladas e as sapatas corridas. Porém, quando a camada do solo firme aparece a mais de 3m, recorre-se à fundação profunda, ou seja, estacas.

3.1.2.2 Estrutura

O sistema estrutural empregado no sistema convencional, considerado neste trabalho, é composto basicamente por paredes de alvenaria que transmitem o carregamento do seu peso próprio e da cobertura para as fundações (em se tratando de alvenaria estrutural). Como esse tipo de estrutura resiste bem a esforços de compressão, e não, a esforços de tração, é preciso executar cintas em concreto armado nas partes inferiores e superiores da edificação (OLIVEIRA, 2012).

Para alvenaria de vedação são executadas as cintas de amarração, baldrame, pilares, vigas e laje, sendo estes constituídos por concreto armado. A próxima etapa consiste na execução das alvenarias (fechamento, divisória ou estrutural), revestimentos da parede (chapisco, reboco), execução do contrapiso, etc. (REMY, 2010).

3.1.2.3 Fechamentos

De acordo com Campos (2014) o fechamento é feito pelas próprias paredes que resistem ao carregamento e se apóiam diretamente na viga baldrame, sendo que o projeto arquitetônico determina se cada parede será de ½ tijolo, 1 tijolo ou até maior, iniciando-se o serviço de levantamento pelos cantos principais do gabarito da obra. São formadas por tijolos, blocos de concreto ou até mesmo de pedras naturais unidas com argamassa e sempre assentadas em uma base como, por exemplo, o baldrame, alicerce ou outro elemento estrutural.

3.1.2.4 Acabamentos e instalações

Segundo Domarascki e Fagiani (2009) depois de executada a alvenaria, as paredes são chapiscadas e emboçadas com argamassa de cimento, cal e areia, trabalho este extremamente artesanal, pois o prumo da parede depende muito da habilidade do operário. Logo após, as instalações elétricas e hidráulicas são embutidas na parede. Depois de executada a alvenaria, o operário com uma talhadeira e uma marreta ou com o auxílio de discos de corte, quebra a parede formando rasgos para a passagem da tubulação, serviços esses que levam tempo para serem feitos, e que aumenta o custo da mão de obra e causa mais desperdício de material ((OLIVEIRA; SOUZA, 2012).

3.1.3 Vantagens e desvantagens

Segundo Machado (2010), as vantagens mais imediatas da alvenaria estrutural são: a redução de custo e o menor prazo de execução. Estes fatores são muito positivos no

atual cenário do mercado imobiliário, que está cada vez mais aquecido. É nesse contexto que aparecem as vantagens da alvenaria estrutural, por ser uma maneira simples, rápida e barata de se construir.

A principal desvantagem é que as paredes não poderão ser removidas depois. De acordo com Machado (2010), se o projeto não for elaborado especificamente para alvenaria, ele deixa de ser compensador, porque a alvenaria presume padronização. Outra grande desvantagem desse método é a quantidade de entulhos gerados devido à quebra da alvenaria por conta dos rasgos feitos na mesma para passar as tubulações. Para Kato (2013), este defeito e desvantagem, tanto ambiental como econômica, pode chegar a um desperdício de 30% do custo total da construção, o que ocasiona ainda outras desvantagens econômicas em termos de custo dos aspectos construtivos, quando comparado a outros métodos como *Light Steel Frame*, sistema com o qual comparamos neste trabalho .

3.2 *LIGHT STEEL FRAME*

3.2.1 Definição

O método *Light Steel Frame*, assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes da edificação. É também conhecido como Sistema Auto-portante de Construção a Seco (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

De acordo com Frechette (1999) o método construtivo *Light Steel Frame*, apesar de ser considerado uma tecnologia nova, teve sua origem em meados do século XIX. O lançamento deste método ocorreu na década de 1930 a partir de uma feira mundial ocorrida em Chicago, onde foi apresentado o projeto de uma residência em *Light Steel Frame*.

Conforme Freitas e Crasto (2006), no período pós Segunda Guerra mundial houve um forte crescimento na economia norte americana e uma alta na fabricação de aço, o que possibilitou o aumento na produção de perfis formados a frio. Portanto, devido a uma maior resistência desses materiais, a utilização dos perfis de aço passou a substituir os de madeira, pois observou-se que esse tipo de estrutura era capaz de suportar as catástrofes naturais existentes no país.

O *Light Steel Frame* é um método construtivo cujo a estrutura é feita por perfis de aço galvanizado formado a frio. Tais perfis foram desenvolvidos para compor quadros estruturais,

não estruturais e outros componentes (CAMPOS, 2014). Santiago, Freitas e Crasto (2012) completa que este é um sistema industrializado a seco, que proporciona uma construção limpa e eficiente.

Nos países em que a construção civil é industrializada, usa-se constantemente o método *Light Steel Frame*. Em contrapartida, no Brasil este método é pouco conhecido, devido à utilização predominante dos métodos convencionais. O *Light Steel Frame* é um método construtivo que pode ser empregado em diversos tipos de projetos. Santiago, Freitas e Crasto (2012) referencia alguns, são eles: residências unifamiliares, edifícios residências e comerciais de até 4 pavimentos, hotéis, hospitais, escolas, unidades modulares e “retrofit” de edificações.

3.2.2 Características

O *Light Steel Frame* é um sistema de concepção racional, cuja estrutura é constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhados e demais componentes (CRASTO, 2005).

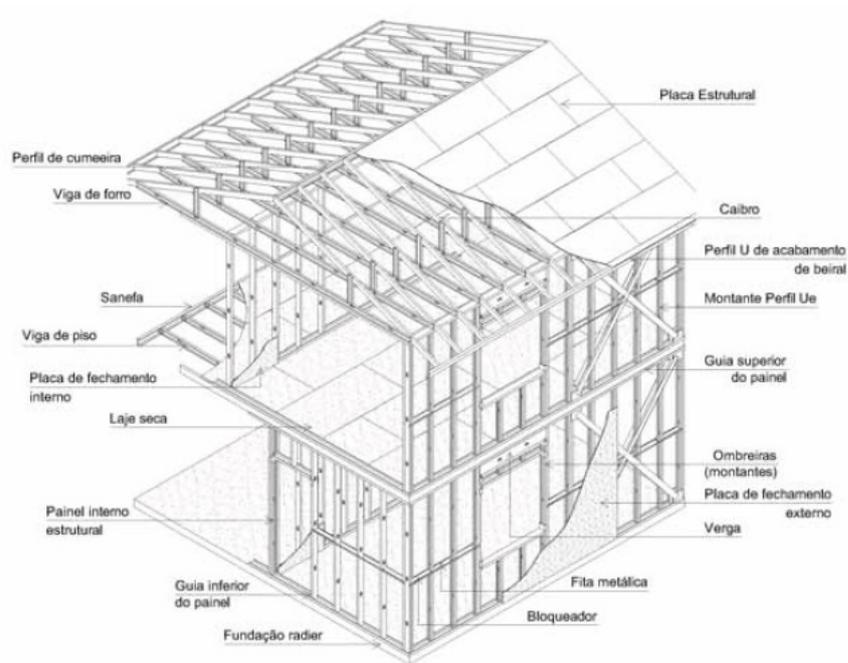
Ele se caracteriza por um esqueleto estrutural, que tem a função de absorver as solicitações da edificação e, em conjunto com os outros elementos estruturais, distribuir uniformemente as cargas para as fundações (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

É um sistema construtivo aberto, que possibilita a utilização de diversos materiais de revestimento; flexível, devido a facilidade de reformas e ampliação; racionalizado, otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas; customizável, permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável. Tecnicamente, o *Light Steel Frame* pode ser definido como um sistema construtivo estruturado em painéis, projetados para suportar às cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação (CAMPOS, 2020).

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012), as montagens mais usuais de *Light Steel Frame* utilizam combinações de seções transversais “U” enrijecido (Ue) e “U” simples, mas há sistemas de montagem que empregam apenas seções Ue. É importante destacar que a coordenação modular utilizada no *Light Steel Frame*, não deve ser entendida como fator limitante de criação, pois a infinidade de combinações e arranjos conseguidos através dele, permite uma grande flexibilidade, nas mais variadas linguagens arquitetônicas.

Seus principais componentes estão ilustrados na Figura 1, apresenta um sistema que se une a diversos subsistemas com dimensões padronizadas, sem nenhuma restrição arquitetônica, proporcionando um projeto eficiente, diminuindo o desperdício e o custo na construção. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Figura 1 – Principais componentes do *Light Steel Framing*



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012 p.14).

3.2.3 Métodos de Construção

Segundo SANTIAGO, FREITAS e CRASTO (2012) há três métodos de construção utilizados no *Light Steel Frame*:

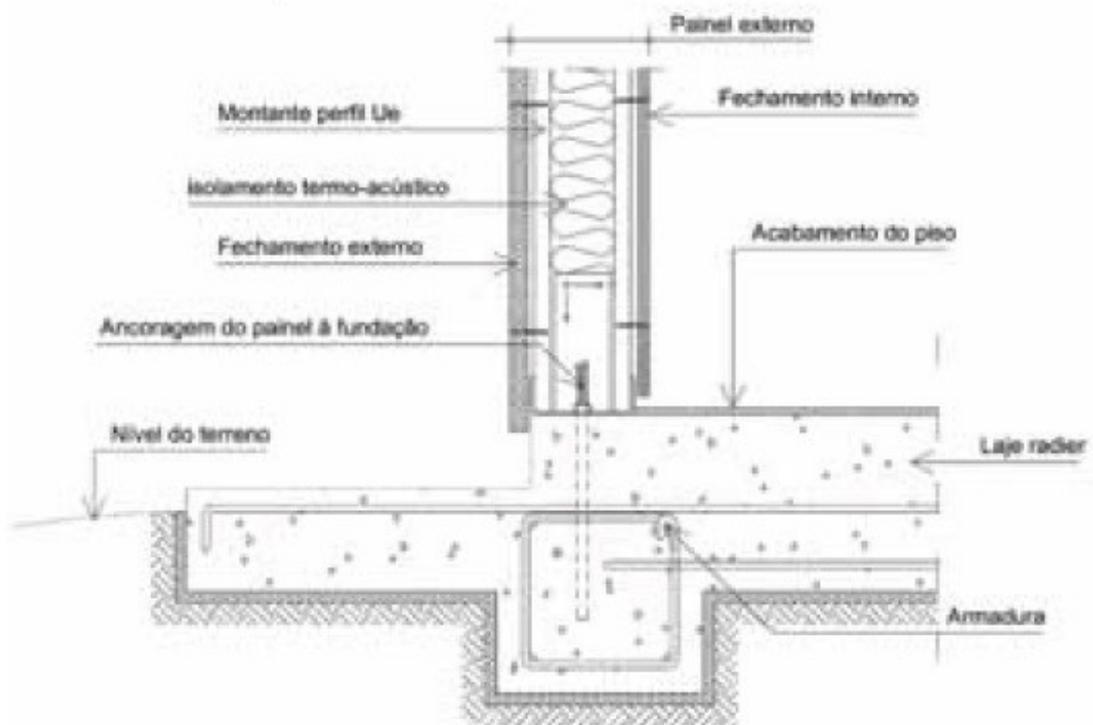
- Construção tradicional (*Stick-built*): método de construção em que a montagem dos elementos estruturais são realizados no local da obra. Nesse método os perfis são cortados, montados e aparafusados no chão ou em cavaletes e só depois erguidos e colocados em sua posição final;
- Construção em painéis (*panelized*): método em que todos os painéis são pré-fabricados em galpões fora da obra, transportados e somente montados no local;
- Construção modular: as unidades são pré-fabricadas e entregues no local da obra já com todos os acabamentos internos, tais como, revestimentos, louças sanitárias, instalações elétricas e hidráulicas.

3.2.4 Etapas construtivas

3.2.4.1 Fundações

O *Light Steel Frame* geralmente é montado sobre uma fundação tipo *radier* (Figura 2), executada sobre isolamento hidrófugo e com as alimentações elétricas e hidráulicas já instaladas. O sistema de fundação tipo *radier* é o mais utilizado, entretanto o cálculo estrutural indicará o tipo mais adequado de fundação. Após a fabricação dos painéis de aço, os mesmos são fixados à fundação através de chumbadores. Instalações provisórias de painéis, através da utilização pinos fixados por pólvora, também são usuais na fase de montagem, entretanto, esta fixação não fornece ancoragem suficiente, sendo indispensável o uso dos chumbadores para garantir a transferência das cargas da edificação para a fundação e dessa para o terreno (CAMPOS, 2014).

Figura 2 – Ancoragem de um painel estrutural a uma laje radier



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.27).

Conforme Domarascki e Fagiani (2009) a fundação tipo *radier* é essencialmente rasa, configurando uma laje em concreto armado com espessura que a deixa rente da superfície do terreno, na qual todas as cargas provenientes da estrutura se apoiam. Devido a esse fato, o sistema *Light Steel Frame* por ser um sistema auto-portante, a fundação deve

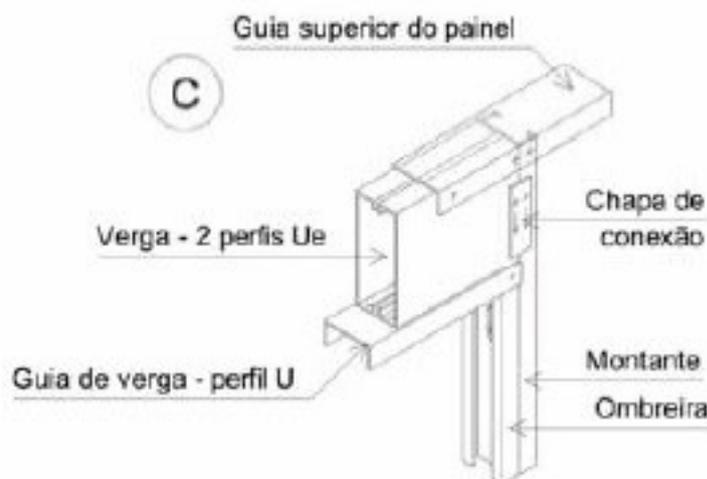
estar perfeitamente nivelada e em esquadro, permitindo a correta transmissão das ações da estrutura.

Segundo Campos (2014), as estruturas devem ficar protegidas do contato direto com a água, devendo ser considerado um certo desnível de no mínimo 200 mm entre a calçada e o nível da base da guia da estrutura, de maneira que garanta proteção com um embasamento ou guia invertida no perímetro da construção.

3.2.4.2 Vergas e Ombreiras

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), para compor a edificação como qualquer outra é necessária realizar aberturas correspondentes às portas, janelas e vãos. Para esse objetivo são instalados verga e ombreiras onde os montantes são interrompidos com a finalidade de redistribuição das solicitações nos painéis, esquema apresentando na Figura 3. A verga é composta por cantoneiras ou perfis U enrijecida conectada um aos outro por uma peça parafusada em suas extremidades. As ombreiras são montantes inseridos nas laterais dos vãos para suportar as cargas redistribuídas tendo também a finalidade de apoiar e evitar a rotação da verga. A quantidade de montantes que irão ser usados é correspondente à quantidade de interrompidos dividida por dois, montadas em mesmo número de cada lado da abertura (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 3 – Tipos de vergas

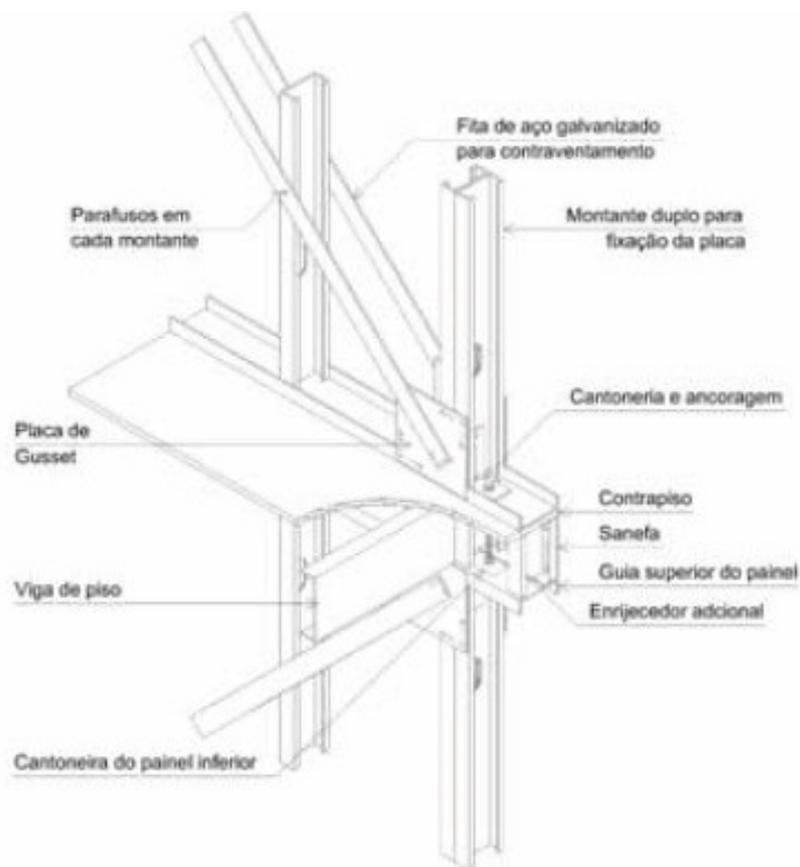


Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.35).

3.2.4.3 Fixação dos painéis nas fundações (ancoragem)

A ancoragem é feita após a execução da fundação, os perfis devem ser fixados nesta para que resistam à pressão do vento, o qual causa efeitos de translação e/ou tombamento, fazendo a estrutura (resultado do conjunto dos perfis encaixados e parafusados) se deslocar lateralmente ou girar no eixo de sua base. O tipo de ancoragem depende do clima, carregamento e fundação existentes e seus parâmetros determinados no cálculo estrutural.(SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Figura 4 – Ancoragem de um painel superior



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.39).

A escolha da ancoragem mais eficiente depende do tipo de fundação e das solicitações que ocorrem na estrutura devido às cargas, condições climáticas e ocorrência de abalos sísmicos (CONSULSTEEL, 2022). O tipo de ancoragem, suas dimensões e espaçamento são definidos segundo o cálculo estrutural. Os tipos mais utilizados de ancoragem são: a química com barra roscada; e a expansível com *parabolts*.

Para que o conjunto estrutura-fundação interaja de maneira satisfatória, sem causar deslocamentos, a ancoragem da estrutura deve ser bem dimensionada e executada.

3.2.4.4 Fechamento Interno e Externo

Os painéis no sistema *Light Steel Frame* podem não só compor as paredes de uma edificação, como também funcionar como o sistema estrutural da mesma. Os painéis associados a elementos de vedação, exercem a mesma função das paredes das construções convencionais. Os painéis são estruturais ou auto-portantes quando compõem a estrutura, suportando as cargas da edificação, e podem ser tanto internos quanto externos. E são não estruturais quando funcionam apenas como fechamento externo ou divisória interna, ou seja, sem ter função estrutural. De acordo com Sousa e Martins (2009) a estrutura do sistema *Light Steel Frame* é composta por perfis de aço formados a frio que, junto às placas de OSB, placas cimentícias e placas de gesso (utilizadas para o fechamento dos painéis), constituem os painéis que podem ser estruturais ou não estruturais.

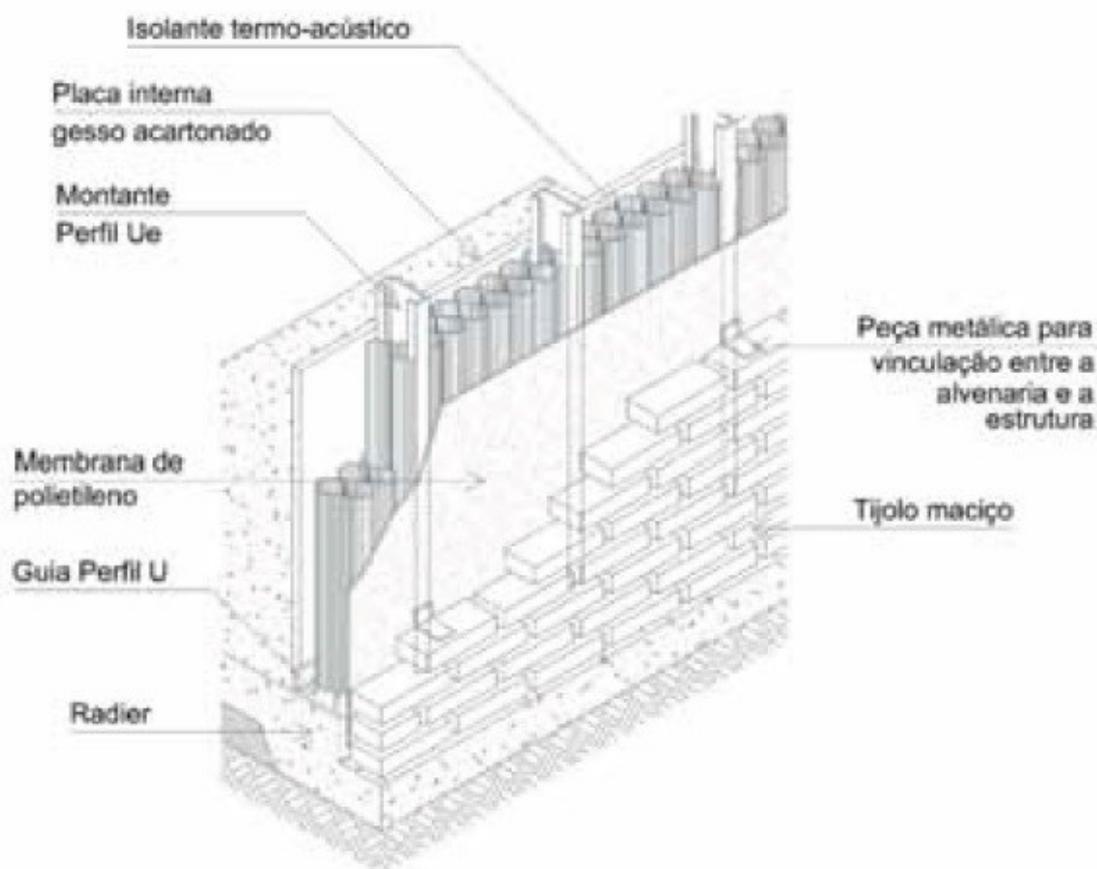
Segundo Freitas e Crasto (2006), os painéis estruturais ou autoportantes são responsáveis por absorver as cargas horizontais e verticais conduzindo-as até a fundação. São compostos por grande quantidade de perfis leves de aço galvanizado denominados montantes, que são separados entre si de 400mm ou 600mm. Este espaçamento determina a modulação do projeto e é definido de acordo com o cálculo estrutural. Os painéis não estruturais funcionam apenas como fechamento externo ou divisória interna. As chapas têm entre 0,8 mm e 3,0 mm de espessura, sendo a mais utilizada a de espessura de 0,95 mm (LOURENZO, 2015)

Gaspar (2013) comenta que ao escolher pelo sistema *Light Steel Frame* tem-se a possibilidade de utilizar como fechamento diversos tipos de materiais e técnicas, devendo-se atentar, porém, a Norma ISO 6241 que define os principais requisitos que os componentes de vedação devem atender, que são a segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, conforto termo acústico conforto visual, adaptabilidade ao uso, higiene, durabilidade e economia.

Terni, Santiago e Pianheri (2008) divide o sistema de vedação em três partes: fechamento externo, áreas molháveis; isolantes térmicos e acústicos, e por último, os fechamentos internos, nas áreas secas ou úmidas, mas não molháveis.

Na Figura 5 abaixo se visualiza uma representação esquemática dos materiais utilizados para o fechamento do sistema.

Figura 5 – Materiais utilizados para o fechamentos do sistema *Light Steel Frame*



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.84).

Lourenzo (2015) destaca que o fechamento externo da estrutura *Light Steel Frame* pode ser realizado com vários tipos de placas: OSB (*Oriented Strand Board*), placas cimentícias, gesso acartonado, dentre outras sendo que a escolha dependerá da finalidade, se externa ou interna, do custo almejado para obra e do revestimento a ser adotado. O autor complementa que o gesso acartonado pode ser utilizado apenas para ambientes internos.

Terni, Santiago e Pianheri (2008) ressalva que para ambientes externos, os materiais mais indicados para utilizar como fechamento, são as placas de OSB (*Oriented Strand Board*) e placas cimentícias.

3.2.4.5 Painéis Estruturais - Painéis de OSB (*Oriented Strand Board*)

A placa OSB (*Oriented Strand Board*), que significa Painel de Tiras de Madeira Orientadas é basicamente uma placa composta por tiras de madeira dispostas na mesma direção. Ainda segundo Bastos *et al.* (2009), as pequenas tiras de madeira são unidas

com resinas e prensadas sob alta temperatura, conferindo resistência mecânica, rigidez e estabilidade ao produto.

Esses painéis podem ser utilizados tanto para fechamento interno quanto externo, para forros, pisos e como substrato para cobertura do telhado. Entretanto, devido as suas características o mesmo não pode ser exposto a intempéries, sendo necessário impermeabilização em áreas externas. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), os painéis de OSB (*Oriented Strand Board*) não devem estar em contato com o solo ou com a fundação sendo necessário a fixação de uma fita seladora que além de proteger os painéis da umidade minimiza as pontes térmicas e acústica.

3.2.4.6 Painéis Estruturais - Siding vinílico

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012) o *Siding* Vinílico é o material que mais se adequa aos painéis de OSB (*Oriented Strand Board*), pois proporciona um acabamento final de maior qualidade, e também oferece vantagem por ser de montagem mais rápida e mais limpa em relação aos revestimentos tradicionais como a argamassa, pintura e revestimentos cerâmicos.

Ainda segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) o *Siding* Vinílico é de fácil aplicação e manutenção e podem ser lavados com água e sabão. Porém, este material demonstra níveis baixos de resistência ao impacto.

3.2.4.7 Painéis Estruturais - Placas cimentícias

Conforme Santiago, Freitas e Crasto (2012) as placas cimentícias são chapas delgadas que contem cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agregados. Podem ser utilizadas para fechamento interno e externo, principalmente em áreas molháveis e em áreas expostas a intempéries. O autor cita ainda que as principais características das placas cimentícias são:

- Compatíveis com vários materiais de acabamento ou revestimento, tais como: pintura acrílica, cerâmicas, pedras naturais e pastilhas;
- Podem ser curvadas depois de saturadas;
- Elevada resistência a impactos;
- Grande resistência à umidade;
- Facilidade ao corte;

- Peso próprio baixo, facilitando o transporte e manuseio, 18 kg/m²;
- Incombustível;
- Rapidez de execução.

3.2.4.8 Painéis Estruturais - Gesso acartonado

No sistema *Light Steel Frame* as placas ou chapas de gesso acartonado constituem o fechamento vertical da face interna dos painéis estruturais e não-estruturais que constituem o invólucro da edificação, e também o fechamento das divisórias internas (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Sabbatini (1998) descreve que, geralmente, a vedação vertical de gesso acartonado é utilizada para separação de ambientes internos nas edificações, constituída de uma estrutura de perfis metálicos. No mesmo sentido, a ABRAGESSO relata que as chapas de gesso acartonado são perfis leves, e não possuem função estrutural. Sua densidade superficial varia de 6,5 kg/m² a 14 kg/m² o que dependerá de sua espessura.

As Placas de gesso acartonado são peças de gesso revestidas em ambos os lados por múltiplas camadas de papel formando um filme de cartão com finalidade proteger o gesso e resistir aos esforços de tração gerados pela flexão (FACCO, 2014)

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2001) classifica as chapas de gesso acartonado conforme as aplicações, podendo ser:

- *standard* (indicada para paredes, revestimentos e forros em áreas secas);
- resistente à umidade (indicada para paredes, revestimentos e forros em áreas sujeita à umidade por tempo limitado - de forma intermitente);
- resistente ao fogo (indicada para paredes, revestimentos e forros em áreas secas, com chapas especialmente resistente ao fogo).

Para áreas não molháveis, Gaspar (2013) cita a utilização de placa de gesso acartonado que são presas com parafusos na estrutura de aço galvanizado podendo ser revestidas com qualquer tipo de acabamento final. Estas placas possuem capacidades técnicas para resistir acabamentos, revestimentos, mobílias residenciais ou comerciais, dando ao usuário uma maior funcionalidade do sistema, porém esse tipo de parede é indicado somente para uso interno, pois o gesso não resiste à água.

Por serem objeto da pesquisa deste trabalho as placas de gesso acartonado serão alvo de maior debate em uma sessão a parte.

3.2.4.9 Isolamento termo acústico

O sistema de fechamento vertical é composto pelas paredes externas e internas de uma edificação. No Sistema *Light Steel Frame* os elementos de vedação externos e internos são relativamente leves compatíveis com o conceito da estrutura dimensionada (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), os componentes empregados na construção de vedações devem atender a critérios estabelecidos pela norma ISO 6241:1984, entre eles, podemos citar: segurança estrutural; segurança ao fogo; estanqueidade; conforto termo acústico; conforto visual; adaptabilidade ao uso; higiene; durabilidade; economia.

Santiago, Freitas e Crasto (2012) trata o isolamento termo acústico como uma forma de controlar a qualidade do conforto dentro de um ambiente de modo que as condições externas não influenciem as internas, barrando a transmissão de sons e evitando as perdas ou ganhos de calor para o meio externo ou contíguo. O autor cita ainda que o isolamento segue o princípio de massa-mola-massa, onde o espaço entre a parede é preenchido com lã de vidro, elemento que absorve e reduz a transmissão do som entre as camadas da parede.

O isolamento térmico tem como principal objetivo controlar as perdas de calor no inverno e os ganhos de calor no verão. No sistema *Light Steel Frame* o principal aspecto a ser observado é a capacidade do sistema de vedação vertical de produzir pontes térmicas, através do contato dos perfis de aço, que são altamente condutores, com os fechamentos interno e externo, gerando uma ligação ou ponte entre estes (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Campos (2014) contribui dizendo que o isolamento térmico com mantas pode melhorar a qualidade térmica do ambiente, o que dificultará a passagem ou troca de calor entre os ambientes. Além das mantas, podem-se usar placas de EPS (Poliestireno Expandido) para evitar a troca de calor entre ambientes externos e internos da edificação.

3.2.4.10 Instalações sanitárias, hidráulicas e elétricas

Recomenda-se que as instalações sanitárias, hidráulicas e elétricas, sejam executadas depois de feita a montagem das estruturas das paredes, lajes e coberturas e após aplicados os revestimentos externos. As instalações são as mesmas utilizadas em edificações feitas a partir do sistema construtivo convencional e apresentam o mesmo desempenho, não variando em razão de qual sistema construtivo são instaladas. Portanto, as considerações para projeto, dimensionamento e uso das propriedades dos materiais não

diferem do tratamento tradicionalmente adotado para essas instalações (SOUSA; MARTINS, 2009).

Segundo Cichinelli (2012) instalações elétricas e hidráulicas em sistemas *Light Steel Frame* são rápidas de serem executadas, pois a passagem das mangueiras elétricas e tubos hidráulicos são realizados em espaços vazios e já previamente dimensionados e furados nos perfis, evitando quebrar paredes como em um sistema convencional. As instalações são iniciadas após a estrutura estar pronta, inclusive com a cobertura e fechamento externo vertical, para evitar que a chuva danifique o serviço e principalmente proteja o funcionário de acidentes e garanta a qualidade do serviço.

Santiago, Freitas e Crasto (2012) diz que, para as instalações hidrossanitárias no sistema *Light Steel Frame*, as tubulações PEX são as mais utilizadas por serem flexíveis, sem a necessidade de peças de conexão como de outros sistemas de tubulações, gerando assim uma instalação contínua. O autor complementa dizendo que as instalações de Gás podem ser executadas da mesma forma e materiais da construção convencional, usando tubos metálicos rígidos e tubos de polietileno de alta densidade, instalados na parte interna da parede.

Com relação às instalações, Facco (2014) cita que o sistema *Light Steel Frame* apresenta vantagens devido à facilidade de manutenção das tubulações, quando necessário, isso porque, é necessário apenas desparafusar os sistemas de vedação e fixá-los novamente no final do processo, refazendo o acabamento apenas nas juntas. Na alvenaria é necessário quebrar as paredes e refazer após a manutenção.

3.2.4.11 Lajes

De acordo com Crasto (2005), dependendo do contrapiso as lajes podem ser “secas” ou “úmidas”. Nas lajes úmidas, compostas por estrutura metálica, seu contrapiso tem uma chapa ondulada de aço que é parafusada sobre as vigas de piso e serve de fôrma para colocar o concreto do contrapiso. A camada deve variar entre 4 a 6 cm e deve-se colocar uma tela soldada para evitar fissurações originadas da retração do concreto. Nas lajes secas usam-se placas rígidas (OSB em áreas secas e placas cimentícias em áreas molháveis como o banheiro) ao invés do concreto. As placas são parafusadas à estrutura, a sua espessura mais utilizada nesse sistema é de 18 mm.

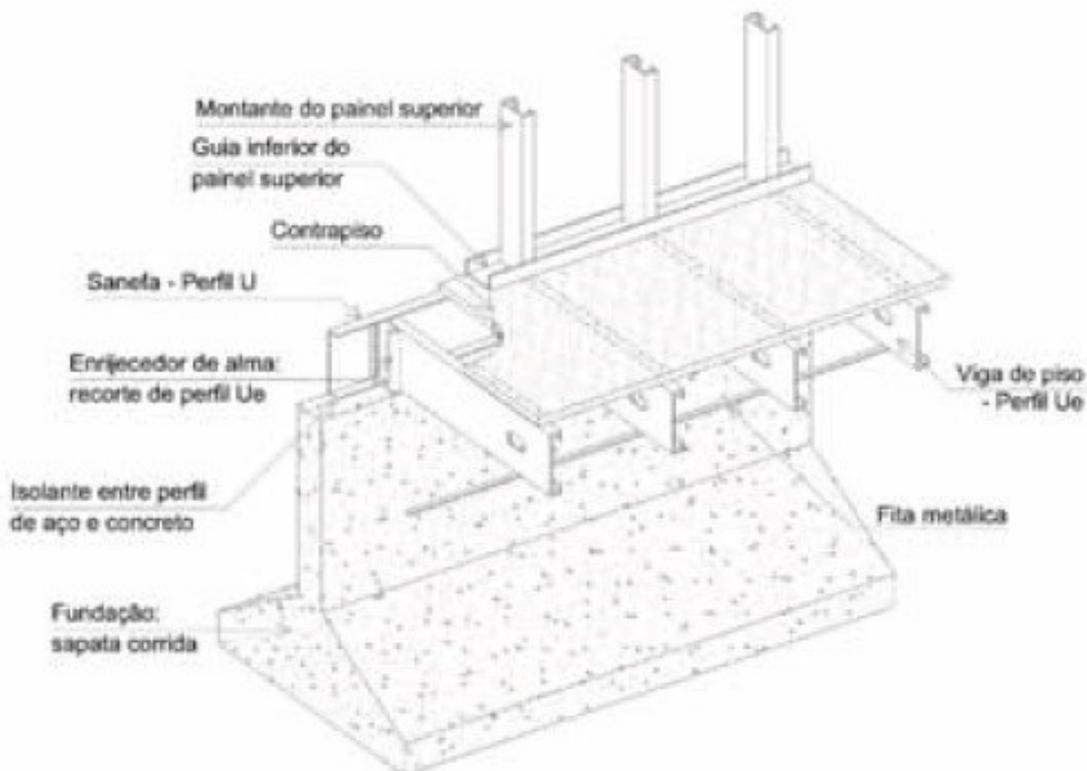
Baseada nos mesmos princípios dos painéis, Santiago, Freitas e Crasto (2012) afirmam que as lajes são preparadas com os mesmos materiais dos perfis estruturais – aço galvanizado – e seguem a mesma linha de montagem dos painéis. Normalmente, os perfis utilizados para este caso são os denominados vigas de piso, onde a sua seção é Ue (U

enrijecido). Seu espaçamento irá depender da distância entre os apoios da estrutura e a modulação.

No mesmo sentido, Campos (2014) complementa que o perfil Ue deve ser de 200mm usados na horizontal. Posteriormente, deve-se utilizar uma manta de poliuretano para eliminar o desconforto acústico entre o aço dos perfis e as placas OSB (*Oriented Strand Board*) que servem como elemento horizontal da estrutura da laje. Os perfis das lajes devem seguir o espaçamento entre 400mm e 600mm, respeitando os perfis das paredes.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) outros elementos devem ser utilizados para compor o sistema de laje do *Light Steel Frame* de forma correta, tais componentes são: safena ou guia, enrijecedor de alma, viga caixa de borda e viga composta. O detalhamento desses componentes pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Laje em *Light Steel Frame*



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.84).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) a laje utilizada no *Light Steel Frame* pode ser de dois tipos, secas ou úmidas, de acordo com o contra piso e método a ser utilizado pelo construtor. Para Lourenzo (2015), as lajes secas compostas por painéis de OSB (*Oriented Strand Board*) ou placas cimentícias são apoiadas sobre perfis metálicos

estruturais (Vigas de entrepiso). As lajes úmidas são compostas por formas de aço (chapas galvanizadas) preenchidas com concreto e tela eletro-soldada. No que tange a redução de ruídos entre a estrutura e os pavimentos, o Santiago, Freitas e Crasto (2012) diz que deve ser aplicado lã de vidro entre as vigas e a manta de polietileno e entre o contra piso, de maneira que diminua de forma considerável os níveis de ruídos entre os pavimentos.

3.2.4.12 Cobertura

A cobertura ou telhado é a parte da construção destinada a proteger o edifício da ação das intempéries, podendo também desempenhar uma função estética. Telhados podem variar desde simples cobertas planas até projetos mais complexos com grande intersecção de águas ou planos inclinados.

Segundo Moliterno (2010), o telhado compõe-se de duas partes principais, a cobertura e a armação, que podem ser de materiais diversos e resistentes.

Em se tratando de processo construtivo, as coberturas próprias para *Light Steel Frame* possuem as mesmas características e princípios das estruturas convencionais. Portanto podem ser utilizadas com telhas metálicas, cerâmicas, fibrocimento e *shingle*, entre outras.

Segundo Terni, Santiago e Pianheri (2008) há uma grande variedade de soluções estruturais para se materializar a cobertura de uma edificação. A escolha depende de diversos fatores como tamanho do vão a cobrir, carregamentos, opções estéticas, econômicas, etc.

Para executar utilizam-se os mesmos perfis de aço galvanizado empregados na estrutura das paredes, os perfis U e Ue, com alma de 90 mm, 140 mm ou 200 mm de altura. Os perfis metálicos devem se posicionar entre si de tal forma que gerem o mínimo de excentricidade e transmitam as ações citadas sem gerar efeitos substanciais de segunda ordem. Para tanto, construtivamente, os perfis que compõem a tesoura, treliça ou conjunto de caibros devem ter suas almas alinhadas às almas dos montantes das paredes que as suportam, para que os esforços não produzam efeitos não avaliados no dimensionamento (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009)

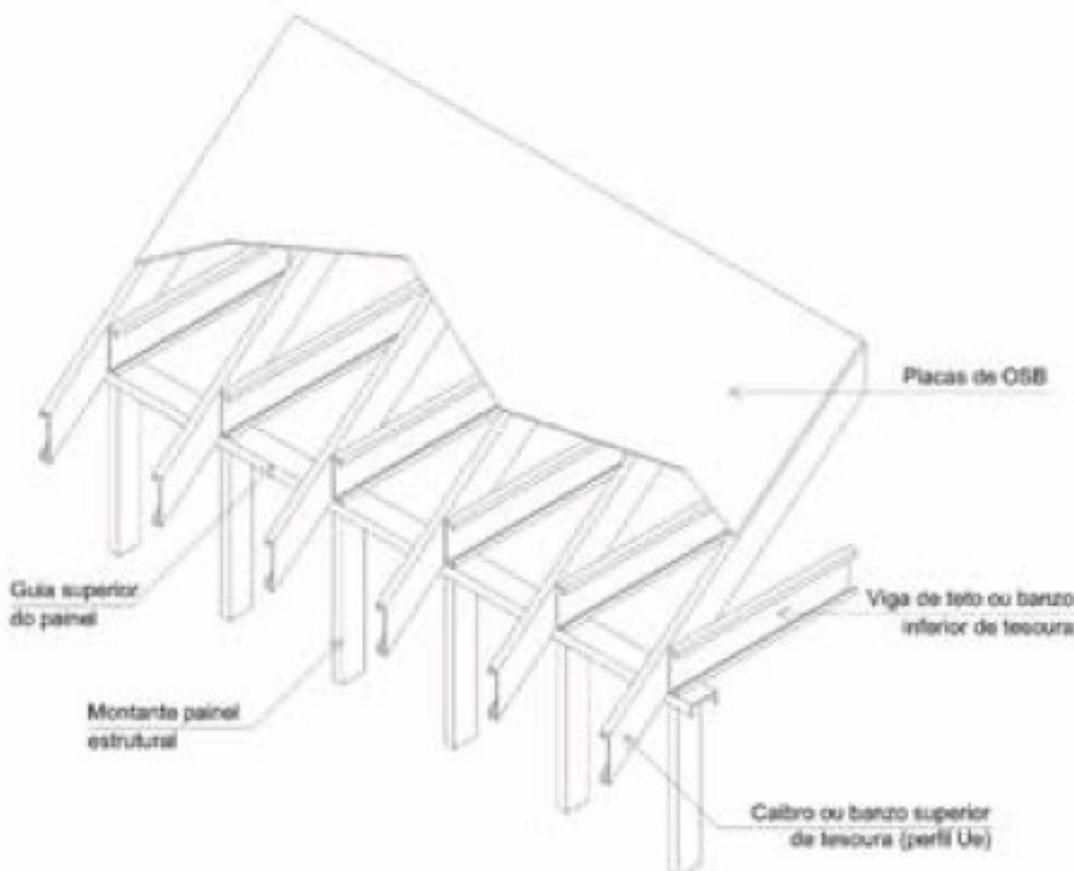
Os telhados inclinados além da função protetora, atuam também como regulador térmico dos ambientes cobertos, já que a camada de ar entre a cobertura e o forro, constitui um excelente isolante térmico (CARDÃO, 1988).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012),

a estrutura de um telhado inclinado em Light Steel Framing é semelhante à de um telhado convencional, porém a armação de madeira é substituída por perfis galvanizados, e para possibilitar o princípio de estrutura alinhada, a alma dos perfis que compõem tesouras ou caibros deve estar alinhada a alma dos montantes dos

painéis de apoio e suas seções em coincidência de modo que a transmissão das cargas seja axial . (Figura 7)

Figura 7 – Estrutura de telhado inclinado em *Light Steel Frame*



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.65).

3.2.5 Vantagens e benefícios

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), as principais vantagens e benefícios no uso do sistema *Light Steel Frame* em edificações são:

- o aço é um material de grande resistência e alto controle de qualidade;
- maior precisão dimensional;
- facilidade de manuseio e montagem;
- durabilidade e conservação da estrutura;
- baixo nível de desperdício;
- facilidade nas instalações hidráulicas e elétricas;
- facilidade na aplicação das ligações;
- agilidade na construção;

- e grande flexibilidade no projeto arquitetônico.

3.3 VEDAÇÃO VERTICAL EM GESSO ACARTONADO

Segundo Labuto (2014) o termo *drywall* vem do inglês e significa, parede seca. Tanigute (1999), assevera que o termo vem sendo utilizado no Brasil para caracterizar, erroneamente, divisória em gesso acartonado: “Atualmente no Brasil *Drywall* é uma marca registrada e não deve ser empregado ao se referir às vedações verticais de gesso acartonado”. Por isso, usaremos neste trabalho o termo, vedação de gesso acartonado, e não, *drywall*, como é popularmente conhecido no Brasil.

No sistema *Light Steel Frame*, as placas ou chapas de gesso acartonado constituem o fechamento vertical da face interna dos painéis estruturais e não-estruturais que constituem o invólucro da edificação, e também o fechamento das divisórias internas. Como foi mencionado anteriormente, os painéis internos quando não são estruturais podem ser construídos empregando o sistema de vedação vertical em gesso acartonado, que também é constituído de perfis U e Ue de aço galvanizado, porém de menores dimensões, pois apenas suportam o peso dos fechamentos e revestimentos, e de peças suspensas fixadas em sua estrutura como armários, bancadas, quadros, etc.(SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

3.3.1 Materiais empregados e incorporados

O *Light Steel Frame* fundamenta-se em um sistema construtivo racional disposto por perfis leves de aço galvanizado, que formam paredes estruturais e não estruturais depois de receber os painéis de fechamento. Nesta seção serão abordadas as principais etapas do processo construtivo desse sistema.

3.3.1.1 Placa de gesso acartonado

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2001), as chapas de gesso acartonado devem ter as seguintes especificações: marca e/ou fabricante; identificação do lote de produção; tipo de chapa; tipo de borda; dimensões da chapa: espessura, largura, expressas de acordo com Sistema Métrico Internacional; referências a esta Norma.

Quanto a sua aparência, às chapas devem ser sólidas, ter faces planas, sem ondulação aparente e sem manchas. O cartão deve estar solidário ao gesso.

Conforme Voittle (2019), podem apresentar os seguintes tipos:

- Chapa *Standard* – ST (cor cinza/branca) = para uso geral, utilizada em paredes, tetos e revestimentos de áreas secas. (Indicada para ambientes internos, não deve ficar exposta ao relento e ação do tempo);
- Chapa Resistente à Umidade – RU (cor verde) = utilizada em áreas molhadas, como: banheiros, cozinhas, áreas de serviços e lavanderias. (As chapas de gesso apresentam silicone na composição, o que trará maior resistência à umidade. Mas as chapas não podem entrar em contato com a água, pois infiltrações danificarão o gesso);
- Chapa Resistente ao Fogo – RF (cor rosa) = utilizada em saídas de emergência e em áreas enclausuradas, como: escadas e corredores. (O gesso é um material que naturalmente resiste ao fogo e para garantir mais eficiência, as chapas RF apresentam na composição retardantes de chama);
- Chapa para Áreas Externas – Chapa Cimentícia = conhecida como *Drywall* Externo. (A junção das placas deve ser feita com material compatível, isto é, que seja resistente à umidade e à chuva. Desta forma, nunca utilizar juntas de uso interno para áreas externas).

As chapas de gesso são fabricadas de acordo com a NBR 14715 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001), constituídas por um miolo de gesso e revestido em ambos lados por lâminas de papel cartão, que são produzidos a partir do papelão reciclado. As lâminas têm a função de dar resistência mecânica e flexibilidade as chapas e proporciona alta qualidade no acabamento as vedações.

As placas possuem características normatizadas pela NBR 14715 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001), exemplificadas através da figura 8 com as dimensões mais comuns fabricadas no Brasil.

Figura 8 – Tipos de chapas de gesso e dimensões

Tipo - Borda	Espessura mm	Largura mm	Comprimento mm	Peso kg/m²	Embalagem peças/palet
Chapa ST - BR Standard	12,5	600	2.000	8,5	120
	12,5	1.200	1.800 / 2.400		60
	15,0	1.200	2.400	12,0	60
Chapa RF - BR Resistente ao fogo	12,5	1.200	1.800 / 2.400	8,5	60
	15,0			12,0	
Chapa RU - BR Resistente à umidade	12,5	1.200	1.800 / 2.400	8,5	60
	15,0			12,0	

Fonte: NBR 14715 (2010)

Na estrutura *drywall* as instalações elétricas devem ser feitas através de conduítes, no interior da parede, e as caixas elétricas devem ter a fixação de acordo com projeto

(DINIZ, 2015)

Ainda segundo referido autor, em alguns casos existem tubulações da parte hidráulica, que devem ser instaladas e testadas. No caso da utilização de tubulações PEX (Polietileno Reticulado), o uso de tubos conduítes permitem reparos nas tubulações sem afetar a parede.

Diniz (2015) ainda ressalva que para a fase de isolamento acústico e térmico de acordo com projeto:

- Todos os vãos devem ser preenchidos;
- Pontos aonde existem recortes no gesso acartonado são regiões críticas. Mantenha a distância mínima de 20 cm entre pontos em lados opostos da parede;
- Cuidar para que todos trabalhem com os equipamentos de proteção, principalmente quando manusear lã de vidro;
- Tratamento das juntas entre placas: Tratar todas as juntas com no mínimo “massa + fita de papel micro perfurado + massa”;
- Acabamento final: Depende do que será aplicado sobre o drywall. Para cerâmicas, por exemplo, o tratamento de juntas é suficiente, por outro lado, pinturas exigem regularização.

3.3.1.2 Peças, equipamentos e perfis estruturais

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2018) os elementos estruturais devam ser compostos de perfis de aço galvanizado protegidos com tratamento de zincagem mínimo Z 275, em chapas de 0,50mm de espessura, acomodados à frio em perfiladeiras de rolete, viabilizando sua precisão dimensional.

Os elementos utilizados para a fixação dos componentes do sistema *Drywall* são: buchas plásticas e parafuso com diâmetro mínimo de 6 milímetros e para sua fixação devem ser utilizadas pistolas para a finalidade à base de “tiros” (COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT), 2009-2012). A fixação entre os componentes do sistema *drywall* se divide em dois tipos:

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

Para as juntas e colagens devem ser utilizadas massas e fitas adequadas para o acabamento, não deve ser feito o uso de gesso em pó ou massa - corrida para pintura na execução das juntas. Através de projetos e/ou memoriais descritivos devidamente elaborados por profissionais capacitados, têm-se os acessórios necessários para a montagem do sistema de *drywall*, que são citados a seguir: tirante; junção H; suporte nivelador (possuir três tipos); peça de reforço; clip; conector; apoio poliestireno (banda acústica); apoio ou

suporte metálico; alçapão.(COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT), 2009-2012)

A COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT) (2009-2012) ainda faz uma relação de equipamentos utilizados para montagem do sistema:

- Marcação, medição e alinhamento (nível laser ebola, prumo e mangueira de nível e linha de náilon);
- Corte das chapas (faca retrátil ou estilete, serrote comum e de ponta);
- Parafusamento automático das chapas nos perfis (parafusadeira);
- Furação (furadeira);
- Desbaste das bordas das chapas (plaina);
- Aberturas articulares (serra copo);
- Corte de perfis metálicos (tesoura);
- Fixação dos perfis entre si (alicate puncionador);
- Posicionamento e ajustes das chapas (levantador de chapa de pé e levantador manual);
- Tratamento das juntas entre as chapas (espátula metálica, espátula metálica larga, espátula metálica de ângulo e desempenadeira metálica);
- Preparo das massas (batedor);
- Fixação (pistola finca-pino).

Para Voittle (2019) os perfis de aço galvanizado ou madeira que formam a estrutura interna, necessitam ser compatíveis com a configuração da parede, atendendo por inteira as necessidades do ambiente. Os perfis estruturais apresentam as seguintes espessuras:

- 48mm – parede estreita, sem o uso de materiais para isolamento termo acústico no interior da estrutura – ideal para ganhar mais área útil (o som passa mais facilmente pela parede);
- 70mm - parede comum, perfil mais utilizado;
- 90 mm - indicado para quando utilizar algum material isolante no interior da estrutura.

3.3.1.3 Guias e montantes

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2018) são os produtos particulares para estruturação e montagem de paredes, forros, revestimentos e mobiliários integrados de *drywall*. As guias fazem parte da estruturação horizontal de paredes, enquanto os montantes são utilizados na parte vertical da estrutura.

3.3.1.4 Cantoneiras

Para a fabricação e utilização das cantoneiras devem ser seguidas as normativas estipuladas na Norma ABNT NBR 15.217 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). As cantoneiras são utilizadas para arremates, reforço e estruturação tanto dos forros, paredes e até mobiliários integrados de *drywall*. Podendo ser aplicadas em áreas secas ou molhadas.

3.3.1.5 Canaletas

Conforme a Norma ABNT NBR 15.217 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018) são indicadas para estruturação horizontal de forros e revestimentos de *drywall* o uso de canaletas.

Existem duas alternativas de paredes, podendo ser divididas em parede simples (uma única camada de chapas de gesso acartonado em cada face) e parede dupla (duas camadas de chapas de gesso acartonado em cada face), sendo possível a utilização de isolamento acústico através do uso da lã mineral ou lã de rocha alojada entre as chapas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Segundo COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT) (2009-2012), as paredes são descritas e definidas através de uma sequência de até 9 itens, entre números e letras:

- 1ª letra – identificação do tipo de parede pelo fabricante;
- 1º número – espessura total da parede (mm);
- 2º número – largura dos montantes (mm); 3º número – largura dos montantes (mm);
- Detalhe construtivo dos montantes:
- MD – Montante duplo;
- MS – Montante simples;
- DE (L ou S) – Dupla estrutura (ligada ou separada);
- Chapas de 1ª face – quantidade e tipos de chapas de uma face;
- Chapas 2ª face – quantidades e tipos de chapas da outra face;
- LM – Presença de lã mineral (de vidro/ de rocha) com quantidade de camadas e respectivas espessuras.

3.3.1.6 Materiais para isolamento térmico e acústico

Para a composição de uma vedação vertical adequada aos padrões térmicos e acústicos em lã mineral, existem produtos que são comercializados em feltros ou painéis, em lã de vidro ou lã de rocha basáltica. Sua utilização é feita através da instalação destes materiais entre as placas de gesso das paredes, aumentando assim o desempenho do fechamento consideravelmente, pois em conluio com a estrutura, juntas absorvem uma grande parcela do som produzido no ambiente, mantendo uma temperatura uniforme, estabelecendo desta forma uma sensação de conforto a habitabilidade para os usuários. (LABUTO, 2014).

Conforme o referido autor, a lã de rocha é um dos materiais mais utilizados nos dias atuais e na categoria ecologicamente correta facultamos a utilização da lã de PET.

A normatização para execução de gesso acartonado (*drywall*) são delimitadas pelas normas NBR 14715 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001) - Chapas de gesso acartonado – Requisitos e NBR 15758 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009) – Sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall* – Projeto e procedimentos executivos para montagem.

3.3.2 Execução e montagem

Segundo Diniz (2015), o responsável técnico deve efetuar o acompanhamento da série de etapas que compreendem a execução, em especial as fases iniciais pela equipe de montagem. Sendo que as etapas são as seguintes: locação e marcação; montagem da estrutura; fixação das guias; fixação dos montantes; reforços nos pontos indicados em projeto; checar prumo; fixação das placas de gesso acartonado; posteriormente será aplicada massa tapando a fresta.

Antes de iniciar a montagem da estrutura, o instalador deve certificar-se que o acabamento do chão, paredes e teto estão devidamente nivelados e com acabamentos regularizados.

Os componentes básicos para a montagem do sistema “*Drywall*” são:

- Componentes para fechamento da divisória (placas de gesso, cimentícias);
- Perfis U e Ue galvanizados para estruturação da divisória (montantes e guias);
- Parafusos para a fixação dos perfis galvanizados e das placas à estrutura;
- Materiais para tratamento das juntas (massas e fitas);
- Materiais para isolamento termo-acústico (lã de vidro ou lã de rocha). (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

A montagem do sistema segue uma seqüência típica, como mostra a figura 9:

Figura 9 – Sequência típica de montagem de paredes *Drywall*



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.88).

3.3.3 Ambientes úmidos

Para a montagem de paredes *drywall* em ambientes como banheiros e demais área molhadas, a Associação Brasileira de *Drywall* recomenda a utilização de chapas RU ou “chapas verdes” para facilitar a identificação e uso, o cartão que as reveste tem essa cor, para caracteriza-las a resistência à umidade.

A ASSOCIAÇÃO DRYWALL (2022), ressalta que na fabricação da massa de gesso é acrescido um aditivo, denominado hidrofugante, como o silicone ou a emulsão de parafina, o qual majora sua resistência diante do contato com a água.

Antes do acabamento, de pintura ou revestimento (azulejos, mármore ou granito, entre outros), é obrigatória a impermeabilização do piso e das paredes até uma altura de 30 cm, para que resulte em, ao menos, 20 cm de impermeabilização acima do piso acabado, sendo que o produto deve ser aplicado a frio, evitando a deterioração quando em contato com as placas de gesso, conforme preconiza a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2008).

4 METODOLOGIA

Este trabalho tem por objetivo a comparação entre dois métodos construtivos para vedação vertical internas, sendo eles as vedações em gesso acartonado e em bloco cerâmico. Para o estudo foi escolhida uma edificação na cidade de Palhoça – SC.

Assim, o estudo de caso diz respeito à elaboração de um comparativo entre a aplicação do Sistema Light Steel Frame e o sistema convencional, focando no custo de execução da obra selecionada se utilizado o gesso acartonado nas paredes internas da edificação.

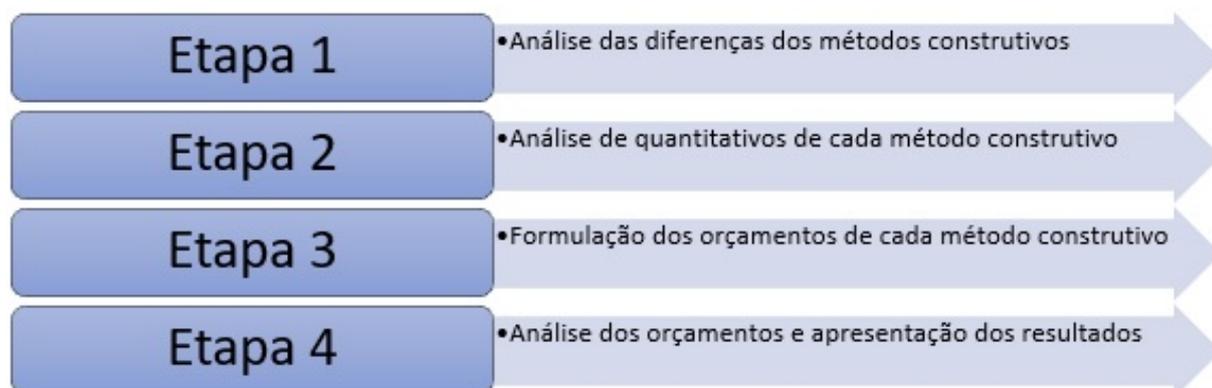
O objeto de estudo utilizado para este trabalho foi uma residência unifamiliar localizada no bairro Bela Vista, na cidade de Palhoça – SC, uma edificação térrea, com 83,45 m² de área construída, feita em alvenaria convencional com blocos cerâmicos de 8 furos, com laje pré-moldada e telhamento em fibrocimento, o projeto arquitetônico pode ser localizado no Anexo 1 para mais informações.

Na superestrutura em alvenaria convencional foram utilizados pilares e vigas em concreto armado e fechamento com alvenaria de blocos cerâmicos de 6 furos com dimensões de 11x19x19 cm, com espessura da parede de 12 cm. Além disso, as paredes foram revestidas com chapisco e reboco.

A edificação é composta por três dormitórios; dois banheiros; cozinha, sala de jantar e sala de estar conjugadas; varanda localizada na parte externa da residência, área de circulação e área de serviço conforme mostrado na Figura 10, que representa a planta baixa da residência.

O trabalho foi desenvolvido em quatro etapas, descritas abaixo:

Figura 10 – Desenvolvimento metodológico da pesquisa



Fonte: Autor (2022).

A etapa 01 foi fundamentada em coleta de dados, estudos e pesquisas em diversas fontes, como livros, normas técnicas, sites da internet, artigos, monografias, teses de doutorado e dissertações mestrado, para caracterizar de forma correta o uso do gesso acartonado como vedação vertical em comparação ao bloco cerâmico. Dessa forma foi feita uma revisão bibliográfica de temas como: sistema construtivo convencional, sistema construtivo *Light Steel Frame*, paredes em gesso acartonado, suas definições, características, etapas construtivas, vantagens e desvantagens.

Na etapa 02 foi feito o levantamento de quantitativos de todos os serviços referentes a execução de cada método construtivo.

Na etapa 03, após feito todo o levantamento de quantitativos foi elaborado o levantamento de custos, baseado na tabela SINAPI de outubro de 2022.

Para as alvenarias foram usados os custos da tabela SINAPI. As paredes foram orçadas hipoteticamente com 11,5 cm de espessura com blocos furados na horizontal de 11x19x19cm. Também pela tabela, foi levantado o custo do chapisco, emboço e reboco nas paredes que serão pintadas. Chegando no custo final das alvenarias em bloco cerâmico.

Já para as divisórias em gesso acartonado foram usados os custos da tabela SINAPI, mas como as chapas de gesso acartonado são para divisões internas também foram feitos os levantamentos das paredes externas em bloco cerâmico com as mesmas características citadas anteriormente.

Etapa 4: Após análise dos dados, foram estudadas as possibilidades, levando em consideração os custos apresentados nos orçamentos com objetivo de se chegar no método

construtivo mais vantajoso.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

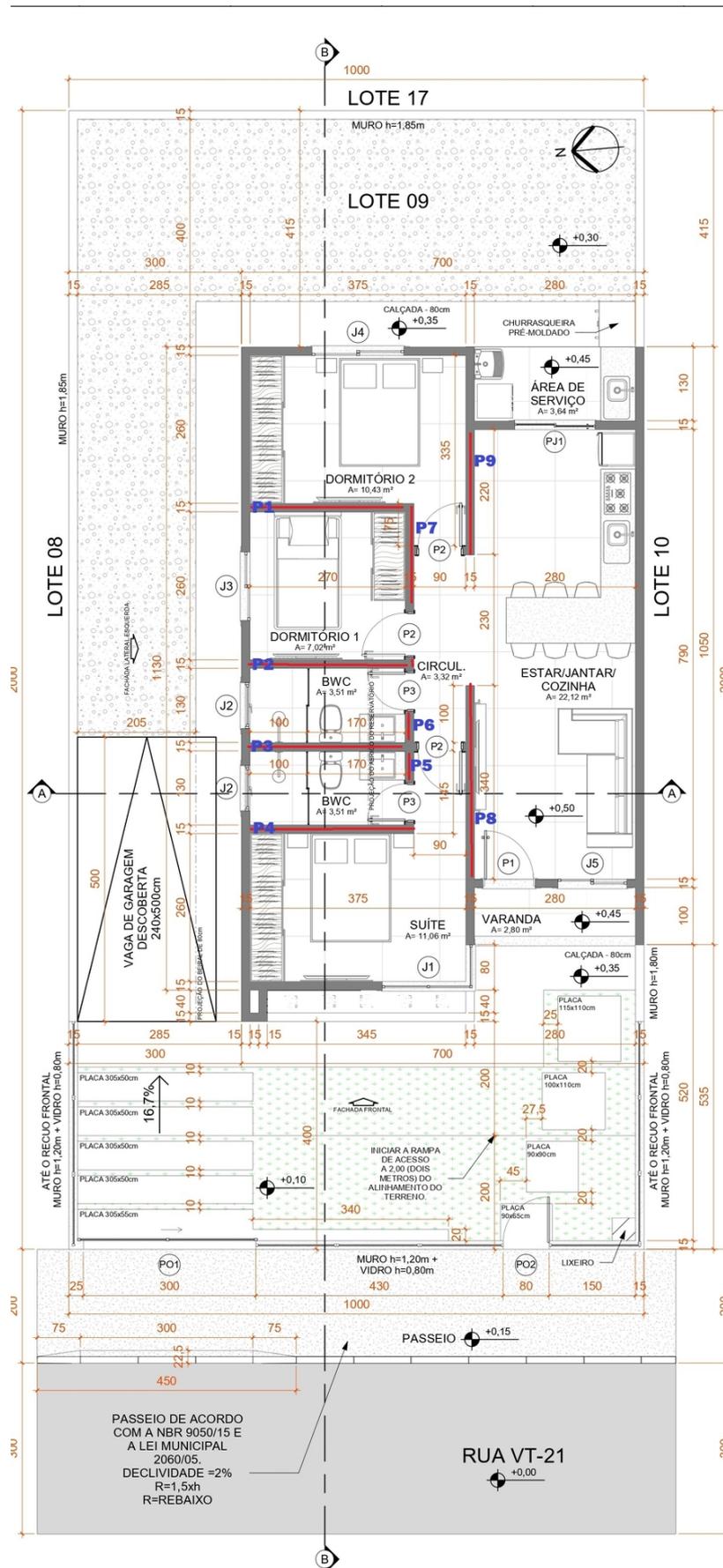
A edificação escolhida, foi executada em alvenaria cerâmica tradicional e foi sugerido que se alterasse, de forma hipotética, o método de vedação vertical das paredes internas para parede em gesso acartonado.

Na figura 11 é possível visualizar a composição das paredes em alvenaria existentes na edificação, assim como a compartimentação dos ambientes.

Fonte: COMELLI E VIEIRA ENGENHARIA

Já na figura 12 são apresentadas as paredes que seriam alteradas de forma teórica, que estão identificadas na figura na cor **vermelha** e sua identificação precedida da letra **“P”**.

Figura 12 – PROPOSTA DE MUDANÇA PAREDES INTERNAS PLANTA BAIXA PLANTA BAIXA - PROJETO ARQUITETÔNICO - COMELLI E VIEIRA ENGENHARIA - BELA VISTA



① PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO / PLANTA DE LOCAÇÃO
1:50

Fonte: Próprio autor, de acordo com projeto arquitetônico - COMELLI E VIEIRA ENGENHARIA - BELA VISTA .

A proposta é de trocar todas as vedações internas, sendo que as paredes externas continuariam em bloco cerâmico. Para isso foi feito o levantamento de quantitativos para cada método proposto.

5.1 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVO

A princípio faz-se necessário o levantamento de quantidades da planta sem as alterações propostas, levando em consideração a composição da parede em alvenaria, composta por tijolo cerâmico, argamassa de assentamento, chapisco, emboço e reboco para pintura, nas paredes que são pintadas.

TABELA 1 – ÁREAS DOS CÔMODOS QUE COMPÕEM O PROJETO

Cômodos	Área (m²)
Dormitório 1	7,02
Dormitório 2	10,43
Suíte	11,06
BWC	3,51
BWC Suíte	3,51
Cozinha/Estar/Jantar	22,12
Área de serviço	3,64
Varanda	2,80
Circulação	3,32

Fonte: Autor (2022)

Depois de identificado as mudanças que serão realizadas, teoricamente, faz-se necessário o levantamento da quantidade de insumos, com cada material necessário e a quantidade. No levantamento foi levado em consideração a quantidade de paredes de gesso acartonado em m². As paredes externas que não serão modificadas, serão levadas em consideração com todos os componentes para alvenaria em bloco cerâmico de oito furos, com chapisco, emboço, reboco e pintura. O quantitativo pode ser observado nas Tabelas 2, 3 e 4.

TABELA 2 – LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES DO SISTEMA EM ALVENARIA CONVENCIONAL

Descrição	Qtd.	Un.
Alvenaria (blocos com 8 furos)	197,29	m ²
Pilares, vigas e lajes	17,09	m ³
Telhamento fibrocimento e armação de madeira	85,81	m ²

Fonte: Autor (2022)

TABELA 3 – LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES DO ACABAMENTO DO SISTEMA EM ALVENARIA CONVENCIONAL

Descrição	Qtd.	Un.
Chapisco	394,58	m ²
Reboco	480,39	m ²
Emboço	394,58	m ²
Pintura	394,58	m ²

Fonte: Autor (2022)

TABELA 4 – LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES DO SISTEMA EM GESSO ACARTONADO - DRYWALL

LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES PARA GESSO ACARTONADO			
Paredes internas	Tamanho (m)	Pé direito (m)	Tamanho efetivo (m²)
P1	2,70	2,80	7,56
P2	2,70	2,80	7,56
P3	2,70	2,80	7,56
P4	2,70	2,80	7,56
P5	1,30	2,80	3,66
P6	1,30	2,80	3,66
P7	2,60	2,80	7,28
P8	3,40	2,80	9,52
P9	2,20	2,80	6,16
TOTAL			60,48

Fonte: Autor (2022)

5.2 LEVANTAMENTO DOS ORÇAMENTOS

Para mensurar o valor econômico dos levantamentos, foram utilizados os valores Tabelas 2, 3 e 4 e os valores da tabela SINAPI. (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2021)

TABELA 5 – LEVANTAMENTO DE CUSTOS SISTEMA EM ALVENARIA CONVENCIONAL

LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA ALVENARIA CONVENCIONAL				
Descrição	Qtd.	Un.	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Pilares, vigas e lajes	17,09	m³	R\$1163,23	R\$19879,60
Alvenaria (blocos com 8 furos)	197,29	m²	R\$94,68	R\$18679,41
Telhamento fibrocimento e armação de madeira	85,81	m²	R\$116,93	R\$10033,76
R\$/m²				R\$
TOTAL				R\$48592,77

Fonte: Autor (2022)

Pela tabela SINAPI, foram usados códigos das paredes em alvenarias orçadas hipoteticamente com 11,5 cm de espessura com blocos furados na horizontal de 11x19x19cm. Além disso, também foi necessário calcular o levantamento de custos dos insumos que completam a composição das alvenarias como chapisco, reboco, emboço, pintura, presentes na Tabela 6.

TABELA 6 – LEVANTAMENTO DE CUSTOS DE ACABAMENTO DO SISTEMA EM ALVENARIA CONVENCIONAL

LEVANTAMENTO DE CUSTOS ACABAMENTO ALVENARIA CONVENCIONAL				
Descrição	Qtd.	Un.	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Chapisco	394,58	m²	R\$12,73	R\$5023,00
Reboco	480,39	m²	R\$32,36	R\$15689,53
Emboço	394,58	m²	R\$36,24	R\$14299,57
Pintura	394,58	m²	R\$14,85	R\$5859,51
R\$/m²				
TOTAL				R\$40871,61

Fonte: Autor (2022)

Assim, pela soma direta dos resultados obtidos tem-se o valor final de vedação vertical em alvenaria de blocos cerâmicos no valor de **R\$89464,38**, como apresentando na Tabela 7.

TABELA 7 – ORÇAMENTO DE CUSTOS DO SISTEMA EM ALVENARIA CONVENCIONAL FINAL

LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA ALVENARIA CONVENCIONAL FINAL				
Descrição	Qtd.	Un.	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Pilares, vigas e lajes	17,09	m³	R\$1163,23	R\$19879,60
Alvenaria (blocos com 8 furos)	197,29	m²	R\$94,68	R\$18679,41
Telhamento fibrocimento e armação de madeira	85,81	m²	R\$116,93	R\$10033,76
Acabamento (Quadro 6)			R\$40871,61	R\$40871,61
R\$/m²				
TOTAL				R\$89464,38

Fonte: Autor (2022)

Depois do levantamento de preços de alvenaria cerâmica tradicional, para a futura comparação, foi feito a estimativa de custos para vedação em gesso acartonado, utilizando-se também como referência os valores da tabela SINAPI(CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2021), como realizado na Tabela 8.

TABELA 8 – LEVANTAMENTO DE CUSTOS DAS VEDAÇÕES PAREDES INTERNAS EM GESSO ACARTONADO - DRYWALL

LEVANTAMENTO DE CUSTO DAS VEDAÇÕES PAREDES INTERNAS EM GESSO ACARTONADO			
PAREDES COM VÃOS	TAMANHO EFETIVO (m²)	CUSTO UNITÁRIO (R\$/m²)	CUSTO TOTAL
P1	7,56	R\$119,71	R\$905,01
P5	3,64	R\$119,71	R\$435,74
P6	3,64	R\$119,71	R\$435,74
P7	7,28	R\$119,71	R\$871,49
PAREDES SEM VÃOS			
P2	7,56	R\$105,07	R\$794,33
P3	7,56	R\$105,07	R\$794,33
P4	7,56	R\$105,07	R\$794,33
P8	9,52	R\$105,07	R\$1000,27
P9	6,16	R\$105,07	R\$647,23
TOTAL	60,48		R\$6678,43

Fonte: Autor (2022)

Pela tabela SINAPI(CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2021), foram usados códigos das paredes internas em gesso cartonado com a presença ou não de vãos. Além disso, também aqui foi necessário calcular o levantamento de custos dos insumos de acabamento, já que apenas as paredes internas serão substituídas no presente estudo de caso, tais como chapisco, reboco, emboço, pintura, presentes na Tabela 9.

TABELA 9 –LEVANTAMENTO DE CUSTOS ACABAMENTO DO SISTEMA GESSO ACARTONADO - DRYWALL

LEVANTAMENTO DE CUSTOS ACABAMENTO PARA GESSO ACARTONADO - DRYWALL				
Descrição	Qtd.	Un.	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Chapisco	236,74	m ²	R\$12,73	R\$3013,70
Reboco	288,23	m ²	R\$32,36	R\$9327,12
Emboço	236,74	m ²	R\$36,24	R\$8579,45
Pintura	394,58	m ²	R\$14,85	R\$5859,51
R\$/m²				
TOTAL				R\$26779,78

Fonte: Autor (2022)

Assim, pela soma direta dos resultados obtidos tem-se o valor final de vedação vertical utilizando-se o sistema de gesso acartonado - *DRYWALL*, na substituição paredes internas do imóvel em estudo, o valor de **R\$76.324,79**, como apresentando na Tabela 10.

TABELA 10 – ORÇAMENTO DE CUSTOS DO SISTEMA DE GESSO ACARTONADO – DRYWALL FINAL

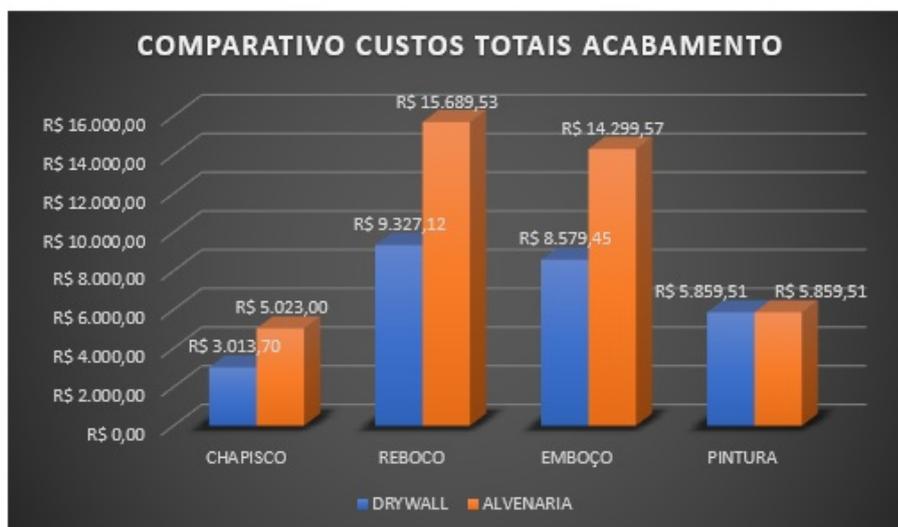
LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA GESSO ACARTONADO FINAL				
Descrição	Qtd.	Un.	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Pilares, vigas e lajes	17,09	m³	R\$1163,23	R\$19879,60
Alvenaria (blocos com 8 furos)	136,81	m²	R\$94,68	R\$12953,17
Telhamento fibrocimento e armação de madeira	85,81	m²	R\$116,93	R\$10033,76
Gesso acartonado - DRYWALL com vãos	22,12	m²	R\$119,71	R\$2647,99
Gesso acartonado - DRYWALL sem vãos	38,36	m²	R\$105,07	R\$4030,49
Acabamento (Quadro 9)	394,58	m²	R\$14,85	R\$26779,78
R\$/m²				
TOTAL				R\$76324,79

Fonte: Autor (2022)

Podemos explicar essa diferença de preços nos revestimentos devido ao fato de não executarmos os serviços de chapisco, reboco e emboço no *Light Steel Frame*. Suas placas de vedação, tanto a de gesso acartonado como as placas cimentícias já vem lisas e preparadas para a pintura, sem necessidade de nenhum revestimento a não ser o tratamento das juntas os quais estão embutidos nas suas composições.

Na pintura temos uma vantagem do *Light Steel Frame* diante do método construtivo convencional, o fato se deve a não necessidade do uso de massamento nas placas cimentícias e no gesso acartonado para aplicação da pintura. Assim, o acabamento no *Light Steel Frame* é menos custoso que no sistema de alvenaria convencional, conforme podemos observar no Gráfico 11.

GRÁFICO 11 – GRÁFICO COMPARATIVO DE CUSTOS TOTAIS COM ACABAMENTO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS



Fonte: Autor (2022)

Com todos os custos levantados, pode se começar o comparativo entre os métodos estudados, tema do próximo capítulo.

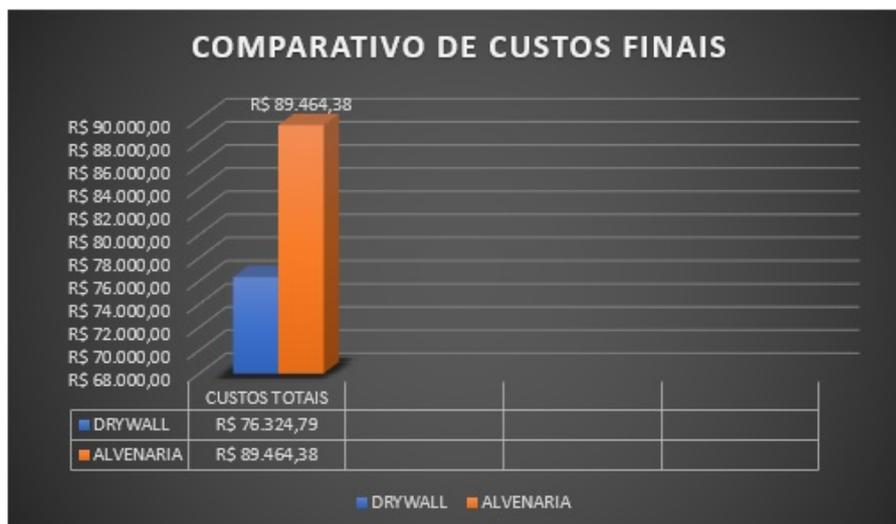
5.3 COMPARATIVO ENTRE OS CUSTOS

Todo orçamento foi realizado multiplicando o preço por metro quadrado encontrado na Tabela Sinapi pela metragem quadrada da edificação, chegando assim no valor final e conseguindo fazer a comparação da viabilidade econômica final.

Após obter o valor final da construção em ambos os sistemas, pode-se observar que a diferença do gesso acartonado para a vedação em tijolo cerâmico está no acabamento devido à ausência do chapisco, emboço e reboço nas paredes que contém as placas de gesso.

De acordo com os custos finais obtidos nos orçamentos referentes a cada método construtivo, consta que o valor final obtido pela vedação interna em gesso acartonado se torna **14,68%** mais barato se comparado com as vedações em bloco cerâmico, ficando mais evidente no Gráfico 12 apresentado a seguir.

GRÁFICO 12 – GRÁFICO COMPARATIVO DE CUSTOS FINAIS ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS



Fonte: Autor (2022)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa realizada neste trabalho nos fornece dados técnicos e econômicos de dois métodos construtivos com suas respectivas características, em alvenaria convencional com tijolos cerâmicos 08 furos, e em *Light Steel Frame*. Além disso, houve a necessidade de realizar pesquisas e estudos para se obter noções de viabilidade e orçamento com seus respectivos métodos e indicadores.

Diante de todos os dados encontrados conclui-se que a planta em que se substituiu as paredes internas por placas de gesso acartonado, ou seja, usando-se o sistema *Light Steel Frame* foi identificada como a edificação de menor custo, em relação a planta de alvenaria convencional em tijolos cerâmicos 08 furos sem a substituição.

O método construtivo em *Light Steel Frame*, se mostrou mais viável economicamente, o tornando bastante competitivo comparado com o sistema em alvenaria convencional de tijolos cerâmicos, considerando que essa é a técnica construtiva mais usual do mercado da construção civil. Vale ressaltar ainda que a pesquisa bibliográfica apontou que o método construtivo em *Light Steel Frame* possui tempo de construção inferior e qualidade do produto final superior, então, quando analisado seus custos se tornam menores ainda, aumentando ainda mais a sua viabilidade econômica.

A montagem dos painéis de gesso acartonado na indústria oferece maior precisão na execução, proporcionando menos erros e desperdícios de materiais e maiores velocidades para a construção e conseqüentemente, menor prazo de entrega da residência.

Diante de todos os dados encontrados conclui-se que colocados todos os fatores positivos que acompanham a construção em *Light Steel Frame*, que o melhor método a ser aplicado como vedação vertical interna é o de gesso acartonado, por trazer vantagens como a redução de resíduos, menor tempo de execução e redução de custos. Como propostas para trabalhos futuros, como complemento a este trabalho, pode-se estudar a influência da troca das vedações verticais, nas fundações, por conta da diferença peso próprio de cada método.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14715-1: chapas de gesso acartonado parte 1: requisitos. ABNT, Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15217: Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15758-1: Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem - Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO DRYWALL. **Manual de montagem de sistemas drywall**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://drywall.org.br/manuais/>. Acesso em: 20/11/2022.

BASTOS, E. F. *et al.* **Caracterização física e mecânica de painel de OSB do tipo FORM**. 2009. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=000468435>.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **SINAPI**, Brasília, 2021. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afetadas-sumario-composicoes-afetadas/SUMARIO_DE_PUBLICACOES_E_DOCUMENTACAO_DO_SINAPI.pdf. Acesso em: 20/11/2022.

CAMPOS, A. de S. LIGHT STEEL FRAMING TRAZ NOVAS POSSIBILIDADES PARA A ARQUITETURA. **IBDA**, USIMINAS/CBCA, 2020. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>. Acesso em: 20/11/2022.

CAMPOS, P. F. de. **Light Steel Framing**: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de planejamento. 2014. Dissertação (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de São Paulo - USP.

CAVALHEIRO, O. P. Alvenaria estrutural: tão antiga e tão atual. **Jornal da ANICER**, ANICER, Porto Alegre, p. 5 –, 1998. Disponível em: http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_7406alvenayia_estyutuyal_pdf.pdf. Acesso em: 20/11/2022.

CICHINELLI, G. Revestimento em PVC. **Revista Equipe de Obra**, v. 50, 2012.

COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT). Programa Qualimat – Sistema Drywall. **Programa Qualimat – Qualidade dos Materiais**, SIDUSCON-MG, 2009–2012. Disponível em: <https://www.sinduscon-mg.org.br/publicacoes/programa-qualimat-sistema-drywall/>.

CONSULSTEEL. **MANUAL DE PROCEDIMIENTO: CONSTRUCCIÓN CON STEEL FRAMING**. [S.I.], 2022. Disponível em: <http://consulsteel.com/wp-content/uploads/Manual-de-Procedimiento-Consul-Steel.pdf>. Acesso em: 20/11/2022.

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados**: Light Steel Framing. 2005. 231 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Ouro Preto - Escola de Minas.

DINIZ, F. K. **Passo a passo**: como instalar drywall sem falhar no acabamento final. [S.I.], 2015. Disponível em: <https://engenheironocanteiro.com.br/como-instalar-drywall/>. Acesso em: 20/11/2022.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional**. 2009. Monografia (Engenharia Civil) — Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Disponível em: <https://docplayer.com.br/1991504-Estudo-comparativo-dos-sistemas-construtivos-steel-frame-concreto-pvc-e-sistema-convencional.html>. Acesso em: 20/11/2022.

FACCO, I. R. **Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social**. 2014. Monografia (Engenharia Civil) — Universidade Federal de Santa Maria.

FRECHETTE, L. A. **Build Smarter with Alternative Materials**. Carlsbad: Craftsman Book Company, 1999. 333 p.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel Framing: Arquitetura**: Série Manual da Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2006.

GASPAR, A. P. **Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing**: Alternativa viável à construção tradicional. 2013. Dissertação (Arquitetura) — Universidade Lusófona do Porto.

KATO, R. B. **Comparação entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em alvenaria estrutural segundo a teoria da construção enxuta**. 2013. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/111939>.

LABUTO, L. V. **Parede seca**: sistema construtivo de fechamento em estrutura de drywall. 2014. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais.

LOURENZO, C. H. Análise Comparativa Dos Sistemas Construtivos: Light Steel Frame e Alvenaria Estrutural. **Revista Pensar Engenharia**, v. 3, n. 1, Janeiro 2015.

MACHADO, R. D. **O espaço conquistado pela alvenaria estrutural**. 2010. Site. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzena/o-espaco-conquistado-pela-alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 20/11/2022.

MOLITERNO, A. **Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira - 4ª Edição Revista**. São Paulo: EDITORA BLUCHER, 2010.

OLIVEIRA, A. B. de F.; SOUZA, H. A. de. Inserção de sistemas de Construção industrializados de ciclo estruturados em aço no mercado da Construção Civil Residencial brasileira. In: CONSTRUMETAL (Ed.). **Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica**. São Paulo: [s.n.], 2012.

OLIVEIRA, G. V. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em Light Steel Framing e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares**. 2012. Monografia (Engenharia Civil) — Universidade Federal da Paraíba.

PEREIRA, C. **Noções básicas de Fundações**. 2013. Site. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/nocoes-basicas-de-fundacoes/>. Acesso em: 20/11/2022.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Por dia, Brasil gera 122.262 toneladas de resíduos na construção civil**. 2017. Online. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/residuos-solidos/brasil-residuos-construcao-civil/>. Acesso em: 20/11/2022.

QUARESMA, A. SONDAGEM DO SOLO É ESSENCIAL PARA CONHECER AS CARACTERÍSTICAS DO TERRENO. **MAPA DA OBRA**, VOTORANTIM CIMENTOS, 2016. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/sondagem-do-solo-e-essencial-para-conhecer-as-caracteristicas-do-terreno/>. Acesso em: 20/11/2022.

REMY, F. **ETAPAS DA OBRA PASSO A PASSO**. 2010. Site. Disponível em: <http://engenheirofabioremy.blogspot.com/2010/07/etapas-da-obra-passo-passo.html>. Acesso em: 20/11/2022.

SABBATINI, F. H. O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado. In: USP (Ed.). **Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios**: Vedações verticais. São Paulo: Epusp/PCC, 1998.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. D. **STEEL FRAMING**: ARQUITETURA. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. 151 p.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. D. **Steel framing**: arquitetura. 2. ed. Rio de Janeiro: INSTITUTO AÇO BRASIL, 2012.

SOUSA, A. M. J. D.; MARTINS, N. T. B. S. **Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas-TO**. 2009. Monografia (Tecnologia em Construção de Edifícios) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins.

TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J. Steel frame-fundações. **Revista Técnica**, Pini, São Paulo, n. 135, 2008.

VOITILLE, N. **Tipos de Fundações: tudo sobre Estacas**. 2019. Site. Disponível em: <https://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/tipos-de-fundacoes:-tudo-sobre-estacas.html>. Acesso em: 22/07/2019.

Anexos

