



CENTRO UNIVERSITÁRIO RITTER DOS REIS
ÂNIMA EDUCAÇÃO
ACIOLI DA ROSA FERREIRA

**SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING*: ESTUDO DE CASO DE UMA
RESIDÊNCIA NA CIDADE DE GRAVATAÍ - RS**

PORTO ALEGRE
2023

ACIOLI DA ROSA FERREIRA

**SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING*: ESTUDO DE CASO DE UMA
RESIDÊNCIA NA CIDADE DE GRAVATAÍ - RS**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em (nome do curso) do Centro
Universitário UniRitter, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Felipe Silveira Prates da Cunha

PORTO ALEGRE
2023

Acioli da Rosa Ferreira

**SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING*: ESTUDO DE CASO DE UMA
RESIDÊNCIA NA CIDADE DE GRAVATAI - RS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ritter dos Reis.

Porto Alegre, RS, 16 de junho de 2023.

Professor e Orientador: Felipe Silveira Prates da Cunha
Centro Universitário Ritter dos Reis

Coordenador do curso de Engenharia civil: Lisandro Martins da Silva
Centro Universitário Ritter dos Reis

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, João Evangelista Maciel Ferreira e Nilse Oliveira da Rosa aos quais me deram a base para ser a pessoa que sou hoje. Bem com a minha amada esposa Fabiana Santos da Silva e meus filhos, Nathã Martins Ferreira, Mellany do Rosário Ferreira e Heric Santos Ferreira que sempre me deram apoio e motivação durante toda a minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a oportunidade de ingressar nesta graduação.

Agradeço ao professor Felipe Silveira Prates da Cunha por toda orientação e apoio ao longo deste trabalho.

Agradeço aos amigos todo apoio, conhecimento e contribuição para meu crescimento profissional.

Agradeço a meus pais, João Evangelista Maciel Ferreira e Nilse Oliveira da Rosa aos quais me deram a base para ser a pessoa que sou hoje. Bem com a minha amada esposa Fabiana Santos da Silva e meus filhos, Nathã Martins Ferreira, Mellany do Rosário Ferreira e Heric Santos Ferreira que sempre me deram apoio e motivação durante toda a minha graduação.

RESUMO

O déficit habitacional brasileiro se encontra em constante crescimento e assim, gerando grandes impactos sociais, que afetam diretamente a qualidade de vida das populações.

Acredita-se que a utilização de sistemas construtivos convencionais tenha contribuído para a formação deste cenário. Os sistemas convencionais são em sua maioria, artesanais e assim, lentos. Neste contexto, o sistema *light steel framing* surge como alternativa, para propor

melhoria no desenvolvimento de obras e para suprir o constante crescimento do déficit habitacional. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo principal demonstrar os principais benefícios que o método construtivo *light steel framing* pode proporcionar, em comparação a alvenaria convencional, para o atendimento da demanda habitacional social. A metodologia utilizada consistiu no acompanhamento de caso de uma casa construída na cidade de Gravataí no condomínio Terras Alphas. Os principais resultados demonstraram que o *light steel framing* pode ser considerado a alternativa mais adequada ao atual cenário do Brasil, uma vez

que permite uma maior execução de obras, com praticidade, qualidade e em curto prazo.

Portanto o *light steel framing* se aplicado em larga escala e inserido em programas sociais, poderia atuar na solução desta problemática.

Palavras-chave: *Steel Frame; Light Steel Frame; Alvenaria Convencional; Sistemas construtivos*

LISTA DE SIGLAS

(m². K)W – Watts por metro quadrado Kelvin

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

LSF – *Light Steel Framing*

m² – Metro quadrado

mm – Milímetro

NBR – Norma Brasileira

OSB – *Oriented Strand Board*

RF – Resistente ao Fogo

RS – Rio Grande do Sul

RU – Resistente à umidade

ST – *Standard*

PU - Poliuretano

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho esquemático do sistema <i>Light Steel Framing</i>	21
Figura 2 – laje tipo radier.....	23
Figura 3 – Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural em uma laje tipo radier	24
Figura 4: Corte detalhado da fundação sapata corrida.....	25
Figura 5 – Parafusos ponta broca e ponta	26
Figura 6 – Parafuso para <i>steel framing</i> cabeça sextavada.....	26
Figura 7 – Designação dos perfis de aço formados a frio para uso em <i>light steel framing</i> e suas respectivas aplicações.....	26
Figura 8 – Estrutura, montagem de painéis.....	27
Figura 9 – Estrutura, montagem de painéis.....	28
Figura 10 – Ancoragem química, com fita metálica e barra roscada tipo “J”.....	28
Figura 11 – Parabolt	28
Figura 12 –Método de aplicação do <i>barabolt</i>	29
Figura 13 –Área interna da casa após montagem de painéis.....	29
Figura 14 – Parafuso <i>drywall</i> , cabeça trombeta, ponta agulha, acabamento fosfatizado.....	30
Figura 15 – Parafuso <i>drywall</i> , cabeça trombeta, ponta broca, acabamento fosfatizado.....	31
Figura 16 – Parafuso para <i>Light Steel framing</i> cabeça chata para placa OSB.....	31
Figura 17 – laje úmida (a) contínua (b) biapoiada.....	35
Figura 18 - Laje seca.....	36
Figura 19 - Vãos em pisos.....	37
Figura 20 –Escadas (a) biapoiadas (b) com apoio contínuo.....	38
Figura 21 – Placa OSB.....	39
Figura 22 Tyvek.....	39
Figura 23 – EPS.....	39
Figura 24 –Parafuso para fixação de EPS.....	40
Figura 25 –Tela de fibra de vidro.....	40
Figura 26 –Cantoneira PVC para reforço de cantos vivos.....	40
Figura 27 – Acabamento em <i>basecoat</i> (massa niveladora).....	41

Figura 28 – Descrição do sistema EIFS.....	41
Figura 29 – Fechamento Sistema EIFS.....	42
Figura 30 –Fechamento Sistema EIFS.....	42
Figura 31 – Fechamento <i>DryWall</i>	42
Figura 32 – Identificação das Placas de <i>drywall</i>	42
Figura 33 – Início da etapa de acabamentos.....	44
Figura 34 – Fluxograma da linha de pesquisa.....	44
Figura 35 – Localização da Obra.....	47
Figura 36 – Laje Radier.....	48
Figura 37 – Instalação de chapas OSB.....	50
Figura 38 – Escada em LSF.....	51
Figura 39 – estrutura da laje.....	51
Figura 40 – Tesouras em LSF.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Qualificação do Isolamento Acústico	33
Tabela 2 – Índice de Redução Acústica.....	33
Tabela 3 – Tabela comparativa período de execução da obra.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
1.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	13
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	15
1.3.1	Objetivo geral.....	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	14
1.4	JUSTIFICATIVA.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Características do <i>Light Steel Framing</i>	16
2.1.2	Aplicações.....	18
2.2	Métodos de construção em LSF.....	18
2.3	Estrutura.....	19
2.4	Vantagens e Limitações do LSF.....	20
2.6	Sistematização.....	21
2.7	Execução.....	22
2.7.1	Fundação.....	22
2.7.2	Radier.....	22
2.7.3	Sapata Corrida.....	27
2.7.4	Estrutura.....	29
2.7.5	Ancoragem.....	31
2.7.6	Fechamento.....	33
2.7.7	Isolamento Termo Acústico.....	38
2.7.8	Execução de pisos e escadas	43
2.7.8.1	Execução de laje Úmida.....	35
2.7.8.2	Execução de laje Seca.....	37
2.7.8.3	Execução de Vãos em Pisos.....	39
2.7.8.4	Execução de Escadas.....	40
2.7.9	Sistema Eifs.....	40
2.7.10	Acabamento.....	47
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	44

3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	46
3.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS.....	46
3.2.1	Definição operacional das variáveis	46
4	RESULTADOS.....	46
4.1	Apresentação.....	46
4.2	TERRAPLANAGEM.....	47
4.3	FUNDAÇÃO.....	47
4.4	ESTRUTURA.....	49
4.5	ESCADAS.....	50
4.6	LAJE.....	51
4.7	FECHAMENTO INTERNO E EXTERNO.....	52
4.8	COBERTURA.....	53
4.9	ELÉTRICA E HIDRÁULICA.....	54
4.10	ESQUADRIAS.....	54
4.11	PERÍODO DE EXECUÇÃO DA OBRA.....	55
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	56
	REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento da população, e expansão das cidades, tendo em vista que a construção civil e seus sistemas construtivos não atendem, em boa parte, a demanda por habitações e, também, produzem moradias ineficientes em termos de qualidade (SBEGHEM;PISANI,2018) O que, conseqüentemente, afeta o desenvolvimento social da nação e a qualidade de vida das populações.

Em meio a necessidade por maior produtividade e busca pela otimização de projetos, integração de sistemas, redução de custos e tempo, e atendimento aos quesitos de sustentabilidade, torna-se essencial a procura por sistemas construtivos que possam ser eficientes e assim, suprir as necessidades impostas pelo mercado e sociedade, de modo a propor menos impacto, tanto em meio ambiente, quanto as esferas econômicas e sociais.

O *Light Steel Framing*, pode ser um divisor de águas para alcançar tal objetivo. Pois suas características fazem dele um método sustentável e industrializado. Tendo uma obra mais limpa, estrutura mais leve e um ótimo tempo de execução, principalmente quando produzida em larga escala. Com isto surge a interrogativa: O *Light Steel Frame* pode ser a alternativa mais adequada para construções sustentáveis?

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema de pesquisa deste trabalho é: Quais são os procedimentos envolvidos na construção de uma casa de dois pavimentos em *Light Steel Framing*?

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O *Light Steel Framing* (LSF) é um sistema construtivo otimizado e industrial. Para SANTIAGO, FREITAS E CASTRO (2012), O *Light Steel Frame* (LSF) é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura,

formados a frio que são utilizados para a composição de painéis autoportantes, vigas de piso, estruturas de treliças e demais componentes.

Esta pesquisa terá como base o acompanhamento da execução de casas em *light steel framing* no estado do Rio Grande do Sul, tendo como foco a utilização dos materiais relacionados à construção a seco durante a execução dos serviços, bem como resultado final ao término das edificações, como desempenho termo – acústico, tempo final de execução, impacto ambiental gerado através do descarte de detritos provenientes da execução dos serviços, sendo estes itens comparados ao sistema de alvenaria tradicional, método de construção com maior utilização no território nacional.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos do presente trabalho foram divididos em objetivo geral e objetivos específicos, os quais são apresentados a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

Este Trabalho tem como objetivo geral a pesquisa por soluções sustentáveis para construção civil, trazendo como centro de estudo o sistema de construção a seco *light steel framing*

1.3.2 Objetivos específicos

- Comprovar eficiência de construções a seco
- Descrever através de estudo de caso a importância de mudar o jeito de projetar e pensar as construções de forma que possam ser menos prejudiciais ao meio ambiente
- Compreender como se dá a evolução das práticas construtivas e a utilização de novas tecnologias na construção a seco.

1.4 JUSTIFICATIVA

A análise da construção civil no Brasil é de extrema relevância para a elaboração de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) com o objetivo de estabelecer parâmetros e definições sobre o assunto.

No Brasil, a construção civil é predominantemente artesanal, resultando em baixa produtividade e alta geração de resíduos (Santiago, Freitas e Castro, 2012). Diante da crescente demanda populacional, o setor busca soluções construtivas mais eficientes, visando aumentar a produtividade, reduzir desperdícios e minimizar o impacto ambiental.

O uso do aço na construção civil é uma alternativa que se enquadra nesses critérios, porém, seu potencial ainda não é totalmente explorado no país devido à falta de conhecimento sobre o material (Hass e Martins, 2011).

O sistema de *Light Steel Framing* (LSF) surge como uma solução que proporciona maior qualidade, rapidez na execução, economia de materiais e cumprimento dos prazos (Jardim e Campos, 2009). Além disso, destaca-se sua sustentabilidade, pois gera poucos resíduos durante o processo construtivo.

Os projetos em LSF oferecem exclusividade aos clientes, permitindo um controle efetivo dos gastos desde o início da obra, já que as peças chegam prontas para montagem (Jardim e Campos, 2009).

Diante dos argumentos expostos, fica evidente a importância deste trabalho para compreender e explorar o potencial do uso do aço e do sistema de *Light Steel Framing* como soluções para os desafios enfrentados pela construção civil, visando aumentar a produtividade, reduzir desperdícios e mitigar o impacto ambiental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Na revisão de literatura, serão abordados diversos tópicos relacionados à construção do sistema de *Light Steel Framing*. Serão discutidos os materiais utilizados no sistema, como os perfis de aço galvanizado, sistema de fechamento, chapas de gesso acartonado, entre outros. Além disso, serão exploradas as técnicas empregadas na montagem da estrutura, considerando as especificidades do LSF.

Serão apresentadas as vantagens do sistema, como a rapidez de execução, a redução de custos, a sustentabilidade ambiental, a resistência a fatores climáticos, a flexibilidade no projeto arquitetônico, entre outras. Por outro lado, também serão discutidas as desvantagens e limitações do LSF, como a necessidade de mão de obra especializada, a restrição de altura em edifícios, a resistência a incêndios, entre outros aspectos.

A revisão de literatura buscará explorar de forma abrangente e imparcial esses diversos aspectos relacionados à construção do sistema de *Light Steel Framing*, proporcionando uma visão ampla e embasada sobre o tema.

2.1 CARACTERÍSTICAS DO *LIGHT STEEL FRAMING*

O sistema *Light Steel Framing* (LSF) é composto por vários elementos e subsistemas que se inter-relacionam. Esses subsistemas incluem a fundação, a estrutura, o isolamento termoacústico e os revestimentos interno e externo. Para garantir o desempenho e a funcionalidade do sistema como um todo, é fundamental que esses subsistemas sejam compatíveis entre si e que sejam utilizados materiais de alta qualidade (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

De acordo com Tamaki (2015), os principais materiais empregados no sistema de LSF são os seguintes:

- Estrutura: é constituída por perfis leves de aço galvanizado, com espessuras usuais de 0,80 mm, 0,95 mm e 1,25 mm, levando em consideração um revestimento mínimo de zinco de 180 g/m².

- Revestimento externo: podem ser utilizadas placas cimentícias, placas de fibrocimento ou siding, que podem ser de vinil (PVC), madeira ou cimentício. Esses materiais são de rápida instalação e possuem resistência contra vento, água e umidade. As placas cimentícias são amplamente empregadas e são compostas por cimento, fibras de celulose e agregados, reforçadas com tela de fibra de vidro.
- Revestimento interno: é composto por chapas de gesso acartonado, com espessuras que variam de 6,5 mm, 9,5 mm, 12,5 mm a 15 mm. As dimensões dessas placas são determinadas pelos fabricantes.
- Chapa de OSB (Oriented Strand Board): é formada por partículas de madeira orientadas e prensadas. No sistema LSF, as chapas de OSB são instaladas entre os perfis de aço e os revestimentos, servindo como reforço da parede em áreas com cargas diferenciadas.
- Isolamento térmico e acústico: é realizado por meio de mantas isolantes, preenchendo os espaços entre as placas. O isolamento mais comumente utilizado é a lã de vidro, com 50 mm de espessura. Outros materiais, como EPS (poliestireno expandido) e poliuretano, também podem ser encontrados no mercado.

Esses subsistemas são integrados à estrutura do LSF, que é composta por painéis estruturais ou autoportantes. Esses painéis, formados por perfis leves de aço galvanizado chamados de montantes, têm a função de distribuir linearmente as cargas e transmiti-las até a fundação. O espaçamento entre os montantes é

determinado pelo cálculo estrutural e influencia a modulação do projeto (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

2.1.2 APLICAÇÕES

As aplicações do LSF são versáteis, como por exemplo:

- Residências Unifamiliares;
- Edifícios Comerciais e Residências; Posto de gasolina;
- Unidades de Saúde.

2.2 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO EM LSF

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), o sistema *Light Steel Framing* pode ser utilizado por meio de três métodos de construção: método *Stick*, método por painéis e método de construção modular.

No método *Stick*, os perfis são cortados no próprio canteiro de obras, e os painéis, lajes, colunas e treliças de telhado são montados no local. Os perfis podem vir pré-perfurados para facilitar a passagem das instalações elétricas e hidráulicas, e os demais subsistemas são instalados após a montagem da estrutura. Esse método é adequado para locais onde a pré-fabricação não é viável, apresentando vantagens como facilidade de transporte dos perfis até o canteiro e facilidade na execução das conexões entre os elementos.

O método *Stick* pode ser subdividido em *Stick Balloon* e *Stick Platform*. No *Stick Balloon*, a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes, e os painéis geralmente são muito grandes e ultrapassam um pavimento. Já no *Stick Platform*, pisos e painéis são construídos sequencialmente, pavimento por pavimento, e os painéis não são estruturalmente contínuos. As vigas de piso são apoiadas nos montantes de forma que suas almas estejam alinhadas com as almas dos

montantes, resultando em uma estrutura alinhada ou *in-line framing* (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

No método por painéis, elementos como painéis, treliças de telhado, contraventamentos e lajes podem ser pré-fabricados fora do canteiro de obras e montados no local. As principais vantagens desse método são a rapidez de montagem, o alto controle de qualidade na produção dos sistemas, a redução do trabalho no canteiro de obras e o aumento da precisão dimensional devido às condições mais favoráveis de montagem nas instalações fabris (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

Por fim, o método de construção modular consiste em unidades completamente pré-fabricadas que podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos, como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, metais, instalações hidráulicas e elétricas, entre outros. Esse método oferece a vantagem de maior agilidade na construção e menor interferência nas etapas de acabamento, uma vez que os módulos já são entregues prontos para uso (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

2.3 ESTRUTURA

Conforme destacado por Santiago, Freitas e Crasto (2012), a estrutura composta por perfis de aço galvanizado é um elemento fundamental do sistema *Light Steel Framing* (LSF). Os autores ressaltam que, para criar um conjunto autoportante capaz de suportar os esforços exigidos pelos elementos da edificação, é essencial que o dimensionamento dos perfis e o projeto estrutural sejam realizados por um profissional especializado, seguindo as normas brasileiras para perfis formados a frio.

O sistema *Light Steel Framing* oferece vantagens como racionalização, industrialização e rapidez na execução. No entanto, essas vantagens só podem ser alcançadas quando há um planejamento abrangente da obra, com a correta inter-relação dos subsistemas e o envolvimento de mão de obra especializada. É

fundamental que todos os componentes do sistema sejam cuidadosamente coordenados para garantir sua eficiência e qualidade (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

2.4 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO SISTEMA LSF

O método de construção em *Light Steel Framing* apresenta diversas características que contribuem para o meio ambiente e beneficiam tanto a obra quanto o consumidor. A montagem da estrutura ocorre no local da obra, geralmente em galpões, o que possibilita a execução do trabalho mesmo em dias chuvosos. Isso resulta em um custo inferior de aproximadamente 30% em comparação com os métodos convencionais, uma vez que não há atrasos na produção (Pedroso et al., 2014).

Outro aspecto importante é a leveza da estrutura, o que proporciona uma redução significativa da carga sobre as fundações. O tipo de fundação mais comumente utilizado é o radier. Além disso, os materiais empregados no sistema apresentam características favoráveis, como a não propagação do fogo, a resistência a ataques de cupins e a corrosão, graças à galvanização dos perfis (Pedroso et al., 2014).

Um exemplo notável da rapidez do sistema é a construção de uma edificação de 100m², que pode ser concluída em até 30 dias. Isso resulta em uma redução na mão de obra necessária, um retorno mais rápido do investimento e a diminuição de possíveis acidentes de trabalho (Pedroso et al., 2014).

A manutenção do sistema também é facilitada, pois, em comparação com os métodos construtivos convencionais, não gera entulhos e demanda menos tempo de execução. Além disso, o sistema é flexível para reparos e ajustes. Vale ressaltar que o principal material utilizado, o aço, pode ser reaproveitado várias vezes sem perder suas características essenciais, como qualidade e resistência (Pedroso et al., 2014).

Como em qualquer sistema construtivo, existem desvantagens a serem consideradas. No caso do *Light Steel Framing*, a leveza da estrutura é uma

vantagem, mas pode se tornar uma limitação quando se trata do número de andares, que não deve ultrapassar cinco pavimentos. Outra desvantagem é a escassez de mão de obra qualificada, uma vez que o sistema ainda não é amplamente utilizado no Brasil (Pedroso et al., 2014).

2.6 SISTEMATIZAÇÃO

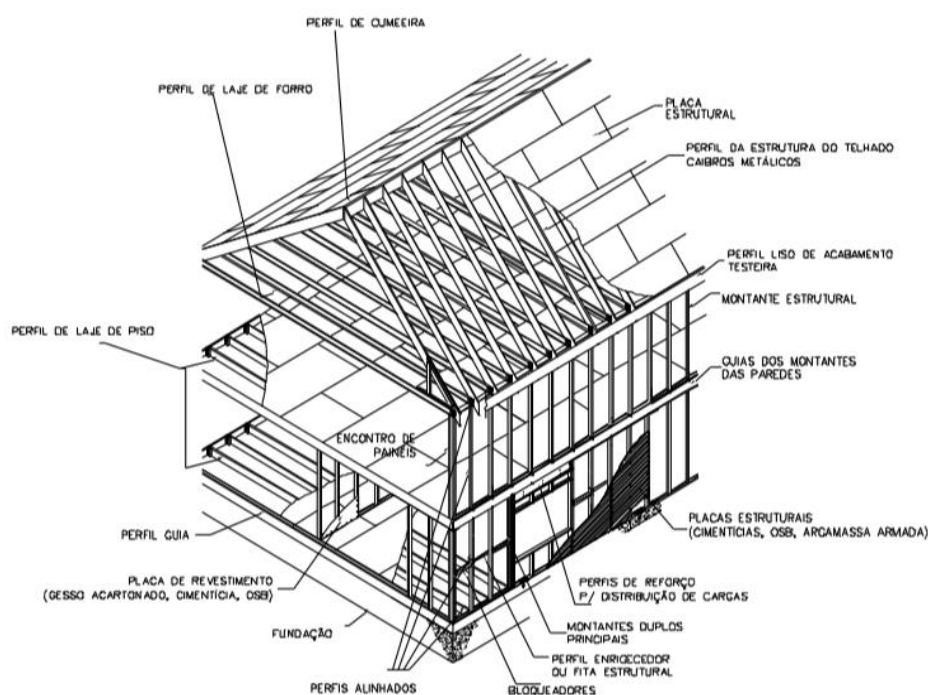


Figura 1: Desenho esquemático do Sistema Steel Framing

Fonte: www.cbca-iabr.org.br/upfiles/downloads/apresent/palestra_ABM2.doc

2.7 EXECUÇÃO

2.7.1 FUNDAÇÃO

A estrutura em LSF, juntamente com os elementos de vedação interna e externa, apresentam uma característica vantajosa em relação às construções convencionais, pois são mais leves, resultando em uma carga reduzida sobre as fundações. No entanto, é importante ressaltar que, devido à distribuição uniforme da carga ao longo dos painéis estruturais, é necessário que a fundação seja contínua e capaz de suportar os painéis em toda a sua extensão.

A escolha do tipo de fundação a ser adotado dependerá da topografia do terreno e das informações obtidas por meio do estudo do solo específico para cada edificação (Santiago, Freitas e Crasto, 2012). Além disso, as etapas de execução da fundação seguem os processos convencionais da construção, incluindo a aplicação de impermeabilização adequada.

É fundamental que a fundação seja executada de forma adequada, pois isso impacta diretamente na qualidade final e no desempenho dos sistemas que compõem a edificação como um todo (ConsulSteel, 2002). Ao realizar o processo de fundação com atenção total ao nivelamento e esquadro, é possível garantir uma maior precisão na montagem da estrutura e das demais partes do sistema de LSF (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

2.7.2 RADIER

A laje tipo radier é um tipo de laje de fundação que abrange toda a área da construção, transmitindo as cargas diretamente para o solo, que devem atender a uma altura mínima de 15 cm ao solo para evitar infiltrações Santiago, Freitas e Crasto (2012)

De acordo com Falconi, Niyama e Orlando, (2019), a laje tipo radier (figura 2 e 3) é uma solução técnica eficiente que consiste em uma placa de concreto armado que é dimensionada para suportar todas as cargas da edificação, transmitindo-as uniformemente para o solo através de uma grande área de apoio.

Além disso, de acordo com Campus, (2015), a laje tipo radier apresenta algumas vantagens, como a simplificação do projeto estrutural, a redução de

custos em relação a outras soluções de fundação e a possibilidade de distribuição mais uniforme das cargas.

Portanto, a laje tipo radier é uma opção viável e eficiente para fundamentos em solos de baixa capacidade de carga. Sua execução requer cuidados específicos e a adoção das técnicas padrão para garantir a estabilidade e durabilidade da estrutura.

Figura 2: Radier



Fonte: o autor, 2020

Figura 3 - Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural a uma laje tipo radier

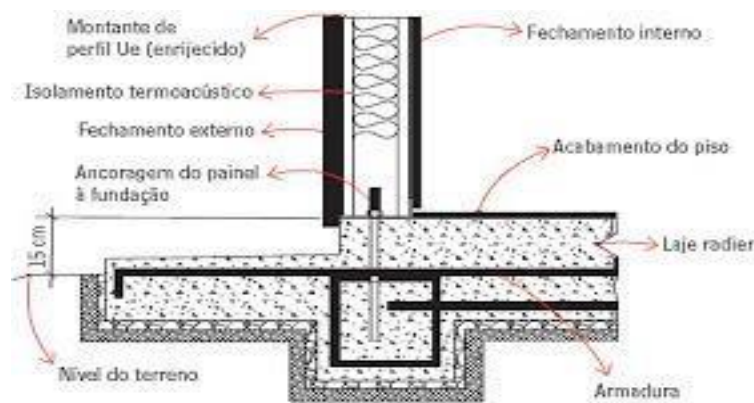


Figura 5 – Detalhe de radier

Fonte: Freitas e Crasto, 2006

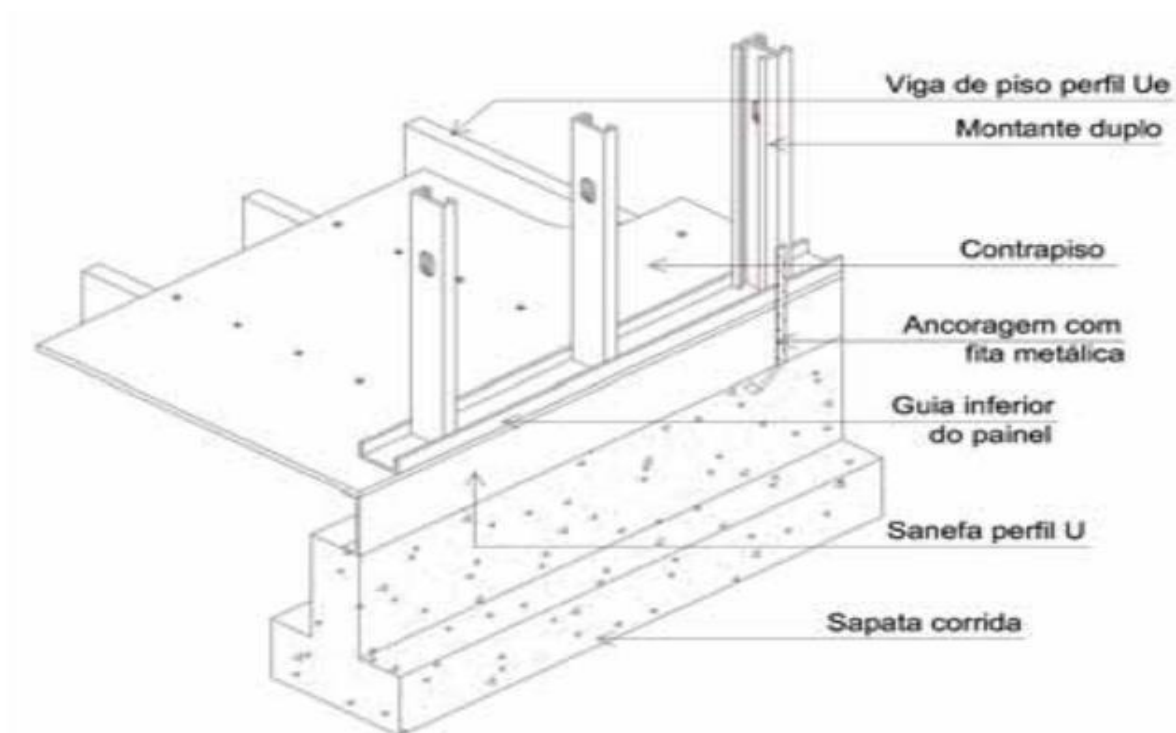
2.7.3 SAPATA CORRIDA

A sapata corrida consiste em uma viga que pode ser de concreto armado, de blocos de concreto ou alvenaria, geralmente retangular, que é projetada para suportar as cargas da estrutura e transmiti-las ao solo de forma equilibrada. Ela é construída em uma profundidade adequada para garantir a estabilidade da estrutura e evitar problemas como recalques diferenciais

A laje tipo sapata corrida possui uma espessura constante ao longo de sua extensão e é moldada in loco, ou seja, é construída diretamente no local da obra. Esse tipo de laje oferece flexibilidade no projeto, pois pode ser adaptado às necessidades específicas da construção.

Uma das vantagens da laje tipo sapata corrida é a distribuição eficiente das cargas para o solo, proporcionando estabilidade e resistência. Além disso, esse tipo de fundação pode ser mais econômico em comparação com outras soluções, como as estacas, em alguns casos Santiago, Freitas e Crasto (2012) figura 4.

Figura 4: Corte detalhado da fundação sapata corrida



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012)

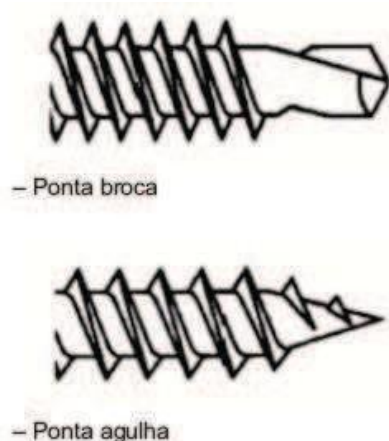
2.7.4 ESTRUTURA

Durante a etapa de montagem, é realizado o posicionamento dos perfis pré-fabricados, espaçados entre 40 e 60cm (conforme figura 8), e conectados através de parafusos autobrocantes (como ilustrado na figura 5 - ponta broca), sobre uma base de laje. Em seguida, são aplicadas camadas de fechamento para a passagem de encanamentos e fiações, juntamente com um material isolante, como lã de vidro, lã de rocha ou poliéster, visando reforçar tanto o isolamento acústico quanto o térmico (Pedroso, 2014).

Após a fixação dos painéis verticais no térreo, prossegue-se com a instalação das vigas de piso (viga Box), que são apoiadas nos montantes, garantindo o alinhamento das suas almas. Essa disposição é essencial para garantir que os elementos estruturais sejam predominantemente submetidos a esforços axiais.

Conforme destacado por Santiago, Freitas e Crasto (2012), no sistema de construção em *Light Steel Framing*, os painéis desempenham um papel fundamental, não se limitando apenas à função de vedação, mas também atuando como parte integrante do sistema estrutural da edificação. Esses painéis, em conjunto com os elementos de vedação, desempenham um papel semelhante ao das paredes em construções convencionais.

Figura 5 – Ponta broca e ponta agulha.



Fonte: Fonte: Freitas e Crasto, 2006.

Figura 6 - Parafuso para *Steel Framing* Cabeça Sextavada



Fonte: Walsywa Sistema de Fixação

Figura 7 – Modelos de perfis de aço formados a frio para uso em *Light Steel Framing* e suas respectivas aplicações.



Fonte: NBR 6355: 2012

Figura 8: estrutura, montagem de painéis



Fonte: o autor, 2020

2.7.3 Ancoragem

Existem três métodos para a fixação definitiva da estrutura de aço na fundação: ancoragem química com barra rosca, ancoragem com fita metálica e ancoragem com barra rosca do tipo "J". No caso da ancoragem com fita metálica e barra rosca do tipo "J" (como mostrado na figura 10), é feito o posicionamento antes da concretagem da fundação, preparando as esperas previamente embutidas no concreto, que serão posteriormente fixadas ao aço. Já na ancoragem química, são realizadas perfurações na laje junto com os painéis em suas posições definitivas, e então são fixados quimicamente por meio de uma barra rosca (conforme exemplificado na figura 9) (ALMEIDA JÚNIOR, 2014).

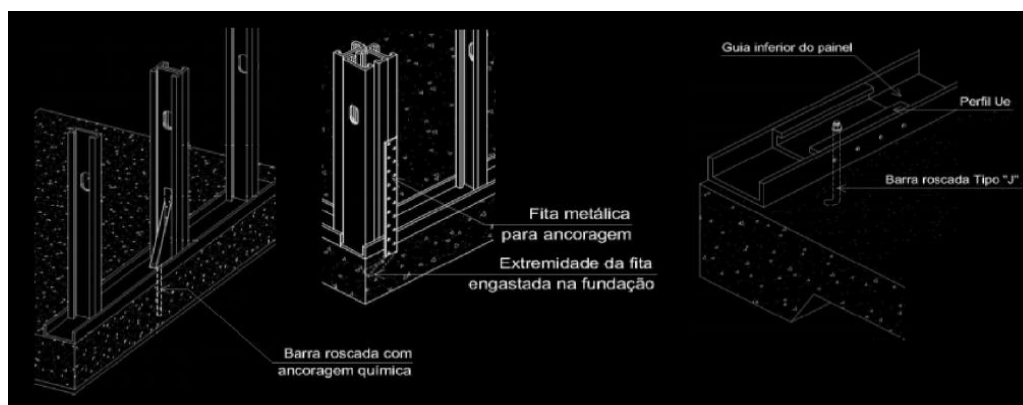
Outro método de fixação, que também se enquadra na categoria de ancoragem, é o chumbamento mecânico, que promove a fixação por meio de pressão mecânica. Um exemplo desse tipo de chumbador é o *Parabolt* (ilustrado na figura 11). Na figura 12, é possível visualizar o método de aplicação. De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012).

Figura 9: estrutura, montagem de painéis



Fonte: o autor, 2020

Figura 10 – Ancoragem química, com fita metálica e barra roscada tipo J.



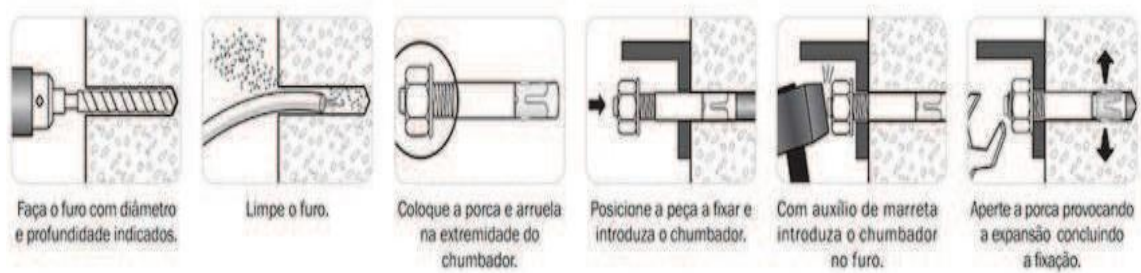
Fonte: Freitas e Crasto, 2012

Figura 11 – Parabolt



Fonte: Ancora Sistemas de Fixação

Figura 12 – Método de aplicação *Parabolt*.



Fonte: Ancora Sistemas de Fixação, 2017

Figura 13: Área interna da casa após montagem de estrutura



Fonte: o autor, 2020

2.7.4 FECHAMENTO

Após a conclusão da montagem da estrutura de aço, paredes e piso, a obra entra em uma fase de múltiplas frentes de trabalho simultâneas.

Para finalizar as paredes, lajes e estruturas do telhado, são utilizadas chapas de fechamento externo, como placas OSB (figura 21), com espessura de 11,1 mm e dimensões de 1,20 x 2,40 m. Essas chapas, que funcionam como componentes de fechamento externo, são conhecidas como *Oriented Strand Board* (OSB) e são produzidas a partir de filamentos de madeira orientados em camadas perpendiculares, prensadas e unidas com resinas de alta temperatura, o que aumenta sua resistência mecânica e rigidez, conforme mencionado por Rego (2012).

As placas de OSB desempenham um papel importante no contraventamento das paredes, sendo parafusadas diretamente na estrutura (conforme figura 29). Sobre as placas, é instalada uma manta de revestimento que é grampeada e sobreposta em suas juntas, formando uma superfície contínua que evita infiltrações e penetração de umidade. No caso de revestimento com argamassa, é necessário fixar uma tela sobre a manta, como recomendado por Terni, Santiago e Pianheri (2008). É importante ressaltar que as placas de OSB não devem ser expostas às intempéries, pois possuem pouca resistência à umidade devido aos materiais utilizados em sua fabricação. Elas são comercializadas em diferentes dimensões (1,22 m x 2,44 m) e espessuras (9,5 mm, 11,1 mm, 15 mm e 18 mm). As juntas devem ser transpassadas e ter um espaçamento de 3 mm ao redor de todo o perímetro. As juntas verticais devem estar sempre sobre os montantes e ser aparafusadas. Em paredes com dimensões superiores a 24 metros, devem ser previstas juntas de dilatação, conforme mencionado por Crasto (2005).

No exterior das paredes da construção mostrada nas fotos, foi utilizado o sistema EIFS (figuras 28, 29 e 30). As dimensões desse sistema variam de acordo com cada obra, e sua espessura geralmente fica em torno de 10/12 mm. As placas são fixadas na estrutura com parafusos.

Nas áreas internas das paredes externas, assim como nas placas das paredes internas e forros, são instaladas placas de gesso acartonado (figuras 31 e 32). Essas placas são compostas por massa de gesso e agregados, possuindo uma espessura padrão de 12,5 mm. Elas também são fixadas com parafusos (figuras 14 e 15).

Figura 14— Parafuso *drywall*, cabeça trombeta, ponta agulha, acabamento fosfatizado.



Fonte: Âncora Sistemas de Fixação.

Figura 15 – Parafuso *drywall*, cabeça trombeta, ponta broca, acabamento fosfatizado.



Fonte: Âncora Sistemas de Fixação

Figura 16 - Parafuso para *Steel Framing* Cabeça Chata para Placa OSB



Fonte: Walsywa Sistema de Fixação

2.7.5 ISOLAMENTO TERMO ACÚSTICO

Até agora, o conceito de isolamento era baseado no uso de materiais de grande massa e espessura. No entanto, graças às novas tecnologias, é possível medir os requisitos reais de isolamento e quantificar a quantidade de material isolante necessário. Existem diversas maneiras de conservar energia em um edifício, como reduzir a infiltração de água e a passagem do vento, evitar a entrada e acúmulo de umidade, promover a circulação adequada de ar dentro do prédio e, é claro, reduzir a perda de calor entre o ambiente interno e externo (Campos, 2007).

Nas construções em LSF, os princípios de isolamento térmico e acústico são baseados nos conceitos atuais de isolamento multicamadas. Isso envolve a utilização de painéis leves com revestimento externo e interno separados por uma

distância, sendo que o espaço entre eles é preenchido com um isolante apropriado (Crasto, 2006).

Os forros termoacústicos de lã mineral aplicados entre os revestimentos externo e interno das paredes, juntamente com o uso de sub-revestimentos, proporcionam um alto nível de conforto ambiental. A lã mineral é aplicada no forro, capa e parte das divisórias, sendo utilizada para obter conforto termoacústico. A lã de rocha e a lã de vidro têm a capacidade de absorver ruídos devido à sua porosidade: quando as fibras entram em contato com ondas sonoras, ocorre o atrito que converte parte da energia sonora em calor, reduzindo a intensidade do som.

O isolamento térmico é um dos principais benefícios do uso da tecnologia LSF em qualquer ambiente. De acordo com Terni, Santiago e Pianheri (2008), a espessura e densidade do isolante dependerão do nível de isolamento desejado. A própria estrutura do sistema, composta por duas placas preenchidas internamente com lã mineral (sistema massa-mola-massa), proporciona redução acústica devido à descontinuidade do meio. Tanto a lã basáltica de rocha quanto a lã de vidro são classificadas como materiais incombustíveis. No entanto, quando é necessária proteção contra incêndio, como em estruturas metálicas, portas corta-fogo e paredes, é recomendável substituir a lã de vidro por lã de rocha ou lã cerâmica, que suportam a temperatura e o tempo de exposição direta às chamas conforme especificado pelas normas técnicas.

No Brasil, ainda não há estudos sobre o desempenho térmico de edifícios em LSF, portanto não é possível avaliar as melhores condições de fechamento. Por esse motivo, será considerado o uso de lã de vidro, que é um componente utilizado no tratamento térmico e acústico de edifícios em LSF. De acordo com o fabricante, segue uma tabela com os valores de resistência acústica (Santiago, Freitas e Crasto, 2012).

Tabela 1 - Qualificação do Isolamento Acústico

Quantificação do isolamento	Perda de Transmissão (PT)	Condições de audição
Pobre	< 30 dB	Compreende-se a conversação normal facilmente através da parede.
Regular	30 a 35 dB	Ouve-se a conversação em voz alta, mas não se entende bem a conversação normal.
Bom	35 a 40 dB	Ouve-se a conversação em voz alta, mas não é facilmente inteligível.
Muito bom	40 a 45 dB	A palavra normal é inaudível e em voz alta é muito atenuada, sem compreensão.
Excelente	> 45 dB	Ouvem-se muito fracamente os sons muito altos.

Fonte: Gatti (2016)

Tabela 2 - Índice de Redução Acústica

	Parede Simples	Parede Dupla	Parede Simples	Parede Dupla	Parede Simples	Parede Dupla
Espessura da lâ de vidro (mm)	50	50	75	75	100	100
Rw (dB)	43	50	47	55	52	58

Fonte: Gatti (2016)

2.7.6 EXECUÇÃO DE PISOS E ESCADAS

2.7.6.1 EXECUÇÃO DE LAJE ÚMIDA

A utilização de chapas galvanizadas em lajes no sistema construtivo LSF, para vãos entre 2000 mm e 4000 mm, é uma prática amplamente adotada e altamente recomendada. É de extrema importância garantir que o painel da laje esteja completamente finalizado e conectado de forma sólida às demais estruturas. Para obter uma execução precisa, é fundamental seguir critérios rigorosos em relação

aos vãos, sobrecargas, espessura das chapas e uso adequado de concreto (SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012)

As chapas galvanizadas desempenham um papel essencial, agindo perpendicularmente às vigas dos painéis e criando pequenos vãos que, em certas situações, dispensam a necessidade de escoramentos. É crucial fixar as chapas nas vigas de entepiso de forma desalinhada, assegurando um selamento completo em todo o perímetro da laje e nas laterais. Recomenda-se fortemente o uso de massa de calafetar e adesivo à base de epóxi para vedar qualquer abertura existente. Além disso, é extremamente importante conferir às chapas um tratamento ou proteção mecânica adequada para evitar qualquer contato com a umidade do concreto e prevenir a corrosão.

Durante a execução, é vital realizar recortes e ajustes precisos nos cantos e interfaces com os painéis verticais, a fim de evitar qualquer vazamento indesejado de concreto. Após a montagem das chapas que formam a fôrma da laje, é possível instalar tubulações, acessórios e armaduras adicionais para obter um resultado final ainda mais sólido. É importante ressaltar a importância do uso de armaduras adequadas para prevenir qualquer fissuração no concreto.

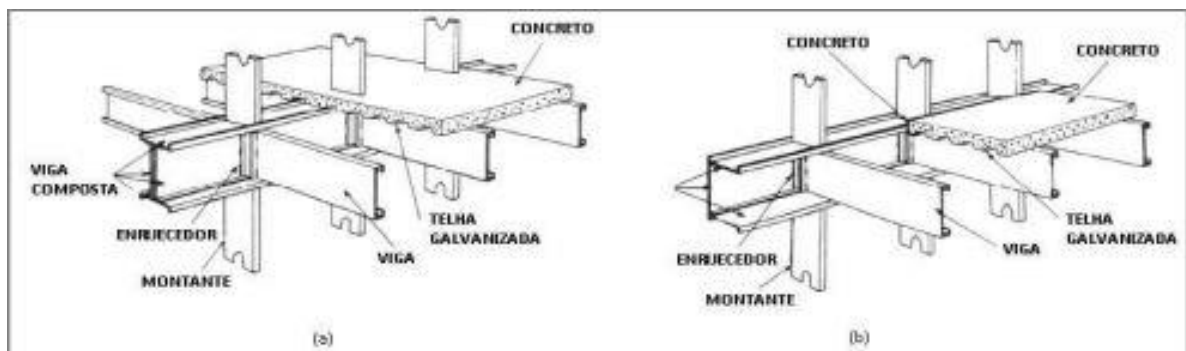
A fim de evitar o surgimento de patologias na interface entre a laje e as paredes, bem como fissuras indesejadas em grandes áreas concretadas, é fundamental especificar corretamente as juntas de concretagem. É crucial seguir rigorosamente as diretrizes estabelecidas na norma ABNT NBR 6118:2007 durante o lançamento, acabamento e processo de cura do concreto da laje.

Na figura 17, ilustramos de forma enfática as duas configurações comuns de lajes úmidas, enfatizando sua importância e relevância no contexto construtivo.

Para áreas com contato eventual de água e umidade, como cozinhas e banheiros, é necessário especificar e projetar subsistemas capazes de manter os acabamentos íntegros e duráveis. O projeto de impermeabilização nessas áreas é indispensável para alcançar esse objetivo. Nas paredes do banheiro, devem ser utilizadas chapas de gesso acartonado resistentes à umidade (RU). (SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012)

No piso do banheiro, é recomendada uma inclinação para evitar o acúmulo de líquidos em outros compartimentos da edificação. Após a instalação da chapa de OSB, chapas cimentícias e tubulações, é realizada a impermeabilização de todo o piso e cerca de 400 mm das paredes utilizando manta asfáltica ou membrana impermeabilizante. Sobre a membrana impermeabilizante do piso, é aplicada uma camada de proteção mecânica e regularização com argamassa, de modo a atingir a altura desejada. Pode ser instalado um piso pré-moldado composto por fibra de vidro e resina, que já possui um dreno e uma inclinação adequada para a área do box, porém, isso não dispensa a necessidade de impermeabilização das áreas adjacentes ao banheiro. Na cozinha e área de serviço, recomenda-se a impermeabilização do piso e 400 mm das paredes utilizando membrana ou manta asfáltica. (SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012)

FIGURA17: laje úmida (a) contínua (b) biapoiada.



Fonte: Consulsteel (2006)

2.7.6.2 EXECUÇÃO DE LAJE SECA

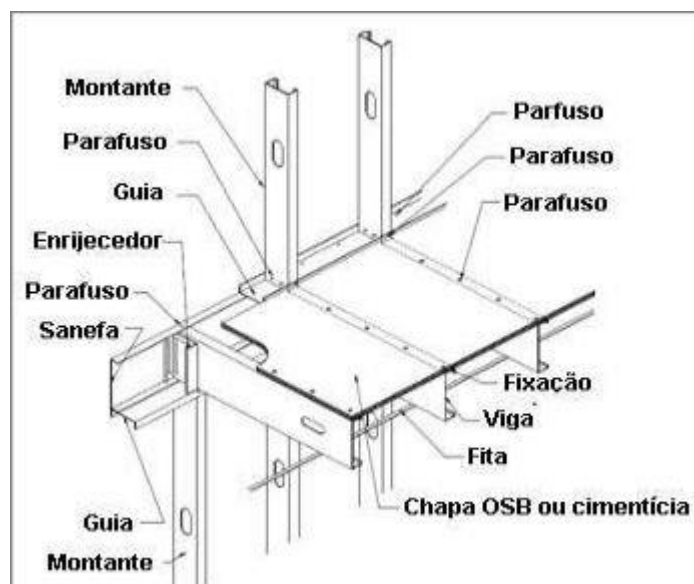
A execução de lajes secas consiste na fixação de placas delgadas e rígidas sobre os painéis horizontais devidamente calculados, formando diafragmas rígidos. As vigas do painel horizontal apoiadas sobre os painéis verticais devem manter o mesmo alinhamento dos montantes para garantir uma melhor transmissão de esforços. (SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012)

A fixação das placas na estrutura deve seguir um critério de paginação específico, mantendo sempre as juntas desencontradas e feitas sobre as abas

das vigas. Deverão ser previstas juntas de dilatação no piso e o detalhamento do encontro da laje com a parede.(SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012)

No local onde há contato eventual de água, é recomendado o uso de placas combinadas com materiais resistentes à umidade. Na área de banho, recomenda-se o uso de piso pré-moldado feito com poliéster reforçado com fibra de vidro ou rebaixo no piso com impermeabilização para evitar que os líquidos penetrem através do piso ou revestimento, conforme figura 18:

Figura 18 : laje seca.

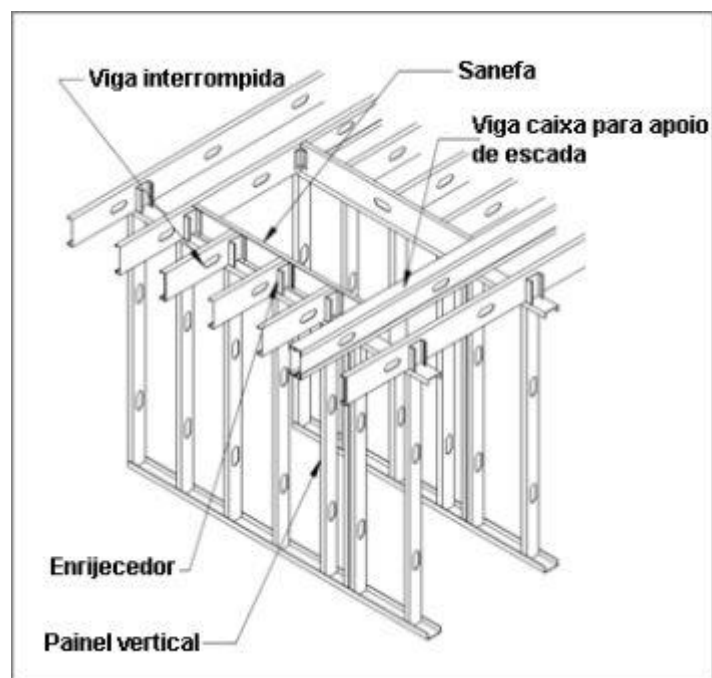


Fonte: Consulsteel (2006)

2.7.6.3 EXECUÇÃO DE VÃOS EM PISOS

Quando for necessária a realização de aberturas em painéis de piso, em geral as vigas sofrem uma descontinuidade que deverá ser detalhada no projeto e executada. Deverá ser previsto o reforço com uso de estruturas compostas por perfis formando vigas ou treliças, de maneira a distribuir os esforços uniformemente, conforme a figura 19. Consulsteel (2006)

FIGURA 19: Vãos em pisos

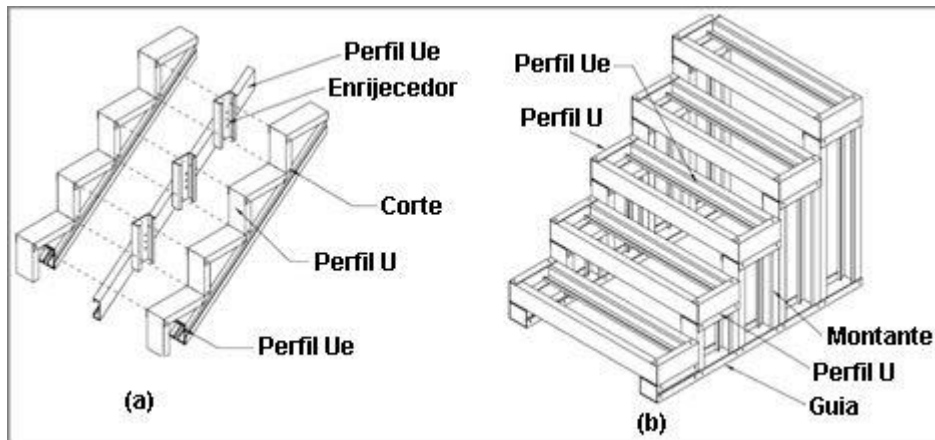


Fonte: Consulsteel (2006)

2.7.6.4 EXECUÇÃO DE ESCADAS

Para a execução de escadas, usam-se os perfis de maneira a formar a estrutura para suportar o seu peso próprio e os esforços. A estrutura varia conforme os apoios e as reações no piso, no painel vertical ou no painel da laje onde serão transmitidos os esforços, conforme a figura 20:

Figura 20 : escadas: (a) biapoada. (b) com apoio contínuo.



Fonte: Consulsteel (2006)

2.7.7 SISTEMA EIFS

O sistema EIFS, cuja sigla significa *Exterior Insulation and Finish System* (Sistema de Isolamento Térmico e Acabamento de Fachadas) é caracterizado por um kit de elementos e técnicas que elevam o nível de desempenho relacionado ao conforto térmico e acústico da edificação.

O objetivo deste sistema é promover um acabamento final com alto padrão de qualidade.

Além da Placa OSB e a Membrana que já compõem os elementos base da edificação em Steel Frame, acrescenta-se ao revestimento externo o uso de placas de EPS, tela de fibra de vidro e argamassa elastomérica.

O EPS, por suas propriedades térmicas, irá incrementar a sensação de conforto interno para seus usuários, e contribuir também para o isolamento acústico. A tela de fibra de vidro, por sua vez, é aplicada sobre o EPS e irá estruturar a argamassa elastomérica, que será a camada final e irá proporcionar um aspecto monolítico com fino acabamento.

De espessura relativamente pequena, o sistema pode ser utilizado tanto em edificações novas, sendo aplicado sobre a placa cimentícia, quanto em prédios existentes, com aplicação direta sobre o revestimento externo, trazendo renovação e elevado desempenho termoacústico às fachadas.

Também chamado de isolamento térmico de fachadas pelo exterior ou estuco, ele é formado pelos seguintes componentes:

- Placas OSB (Oriented Strand Board) — ou, em português, painel de tiras de madeiras orientadas;

Figura 21 - Placa OSB



Fonte: SulMódulos

- Membrana contra umidade

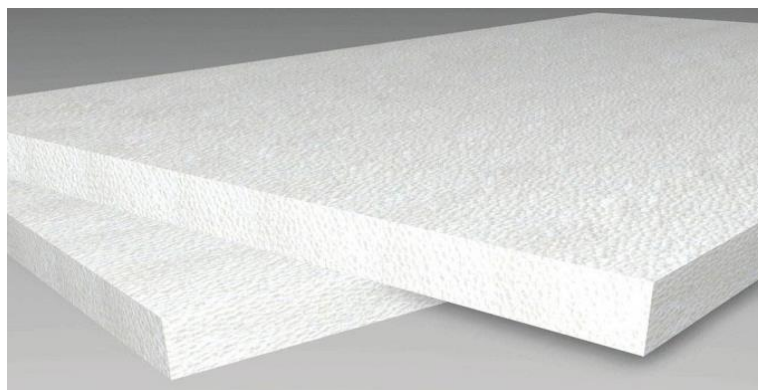
Figura 22- Tyvek



Fonte : Sul Módulos

- Poliestireno Expandido (EPS), conhecido popularmente como isopor:

Figura 23 - EPS



Fonte : Sul Módulos

- Arandelas ou arruelas;

Figura 24 - parafusos para fixação de EPS



- Tela de proteção de PVC;

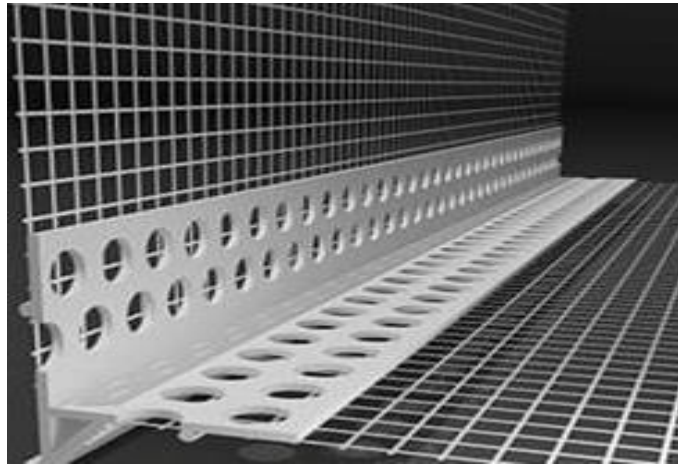
Figura 25 - Tela de Fibra de Vidro



Fonte : Sul Módulos

- Cantoneira PVC com tela;

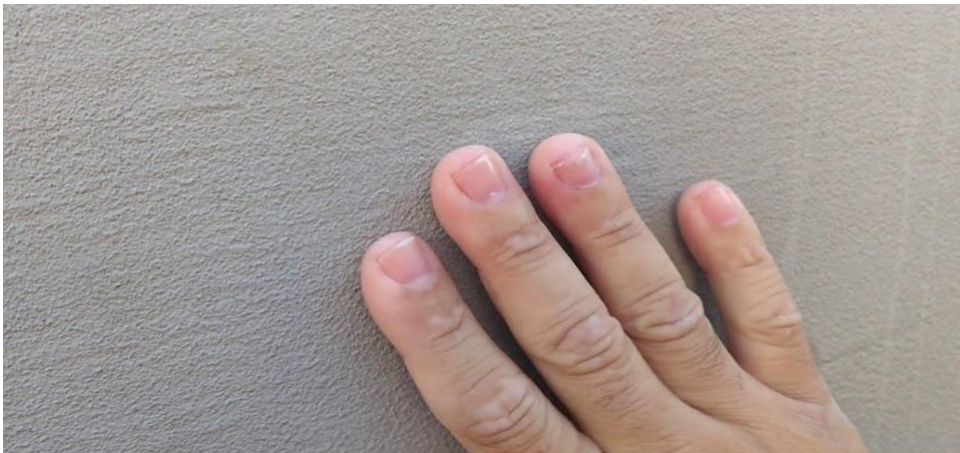
Figura 26 - Cantoneira pvc para reforço de cantos vivos



Fonte : Sul Módulos

- Massa niveladora.

Figura 27 - Acabamento em *Basecoat* (massa niveladora)



Fonte : Sul Módulos

Figura 28: descrição sistema EIFS



Fonte : Sul Módulos

Figura 29: fechamento sistema EIFS



Fonte: O autor, 2020

Figura 30: fechamento sistema EIFS



Fonte: O autor, 2020

Figura 31: fechamento em drywall



Fonte: O autor, 2020

Figura 32– Identificação das Placas de Gesso Acartonado



Fonte: Gypsum

<https://www.gypsum.com.br/pt-br/>

2.7.8 ACABAMENTO

Após as etapas de fundação, estrutura, impermeabilização e fechamentos, os demais componentes para finalização da obra são os habituais de qualquer construção: pintura, revestimentos cerâmicos e telhado (figura 33)

Os acabamentos das paredes internas são executados em *drywall* (figura 31), Após o tratamento de juntas (ABNT NBR 15758:2009), o passo seguinte é a preparação da superfície para pintura onde é aplicado selador antes da massa corrida. A mesma deve ser lixada e limpa para poder receber a pintura. Nas áreas úmidas devem ser utilizadas placas resistentes à umidade revestidas com porcelanato. No acabamento externo é utilizado o

sistema Base Coat e logo após poderá ser aplicado textura acrílica com rolo. Para o contrapiso revestimento laminado ou cerâmico. (Santiago, Freitas e Castro 20).

Figura 33: Início da etapa de acabamentos



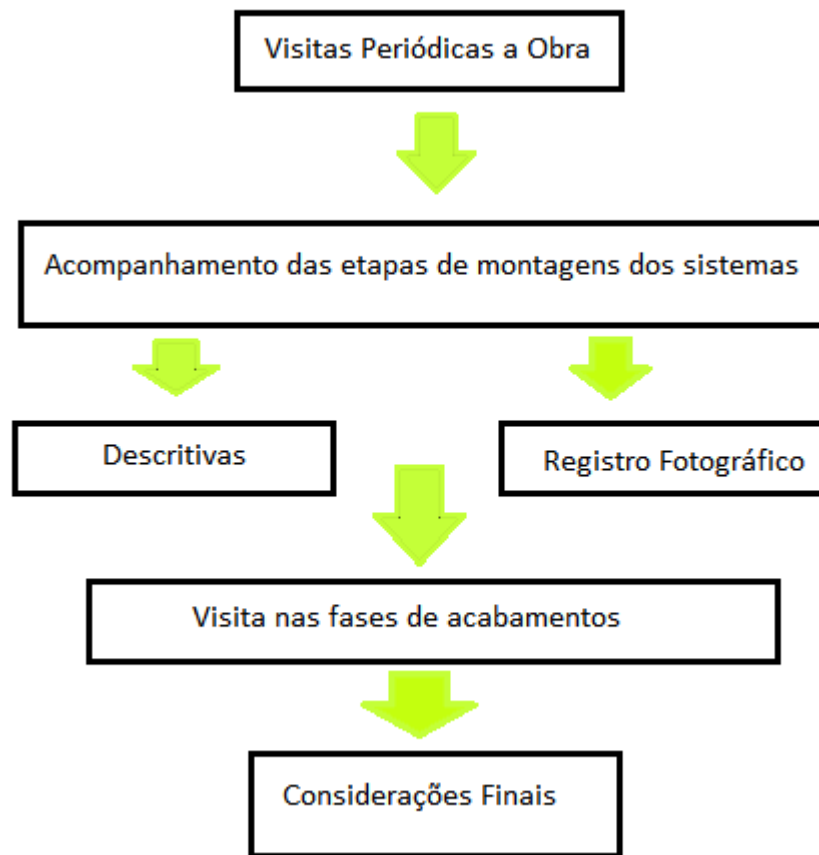
Fonte: o autor, 2020

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será mostrado a metodologia que será usado na análise dos subsistemas do sistema de *Light Steel Framing* em uma obra situada no condomínio Alphaville em Gravataí - RS.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para descrever e analisar a execução de todos os subsistemas da edificação de estudo de caso adotou-se a seguinte metodologia como mostra na figura 34

Figura 34– Fluxograma da Linha de Pesquisa

A metodologia de pesquisa adotada consistirá na coleta de dados por meio de visitas físicas à obra, permitindo o acompanhamento das etapas de montagem do sistema. Além disso, serão utilizadas referências bibliográficas, como livros, teses, artigos e manuais de construção, a fim de embasar teoricamente o estudo.

Serão realizadas visitas periódicas à obra, registrando fotograficamente cada etapa do sistema, e também serão obtidos dados junto à empresa responsável pela execução dos serviços de *Light Steel Framing*, contando com a orientação do engenheiro responsável pela montagem, que fornecerá esclarecimentos sobre as etapas construtivas.

À medida que a obra avançar para a fase de acabamento, as visitas serão menos frequentes, uma vez que o sistema de acabamento se assemelha ao método utilizado em construções convencionais.

3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

O estudo de caso selecionado para análise é uma obra localizada no condomínio Alpha Ville, na rua Pardo, 545, em Neópolis, Gravataí, RS. O acompanhamento dessa edificação teve início em 10 de novembro de 2020, com o objetivo de realizar uma análise técnica do sistema Light Steel Framing (LSF), que serve como referência para este trabalho.

Durante o acompanhamento da obra, foram observadas e registradas todas as etapas de montagem do sistema LSF, desde a fundação até o acabamento final. Essa análise técnica permitiu avaliar a eficiência e as características do sistema, assim como identificar eventuais desafios e soluções aplicadas durante a construção.

3.2.1 Definição operacional das variáveis

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir que estão representados descritos nos próximos parágrafos:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Acompanhamento de cada etapa do sistema Light Steel Framing;
- c) Registros Fotográficos
- d) Visitas nas fases de acabamentos;
- e) Considerações finais

4 RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO

O Condomínio Alpha Ville de Gravataí, localizado na cidade de Gravataí, no estado do Rio Grande do Sul, é um prestigioso projeto residencial integrado à renomada rede de empreendimentos Alpha Ville, reconhecida pela sua excelência na concepção e construção de condomínios de alto padrão.

Neste contexto, a obra realizada na Rua Pardo, 545, contou com a parceria da empresa Steelhome, especializada na montagem de painéis e execução do sistema de Light Steel Framing, e da DWA Customização de Ambientes, responsável pelo revestimento interno em

drywall. Essas empresas desempenharam papéis fundamentais na implementação do sistema LSF e na personalização dos ambientes, respectivamente.

Figura 35: Localização da Obra



Fonte: Google Earth, 2023

4.2 TERRAPLANAGEM

Devido ao acompanhamento da obra ter sido iniciado em 25 de novembro de 2020, quando o empreendimento já estava em andamento, não foi possível registrar a etapa inicial da terraplanagem, uma vez que essa fase já havia sido concluída anteriormente.

4.3 FUNDAÇÃO

Na construção da residência, foram adotados métodos construtivos comumente associados ao sistema LSF (*Light Steel Framing*). A escolha da fundação recaiu sobre o tipo Radier, conforme ilustrado nas figuras 2 e 36. Essa opção se justifica pelo fato de que o sistema de Steel Framing utilizado é conhecido por sua leveza, dispensando a necessidade de estruturas robustas para sustentar a construção. O Radier se apresenta como uma opção econômica de fundação, proporcionando uma redução de cerca de 30% nos custos em comparação a outros modelos de fundação. Além disso, destaca-se por sua rápida execução, o que resulta em economia significativa nos gastos com mão de obra. Adicionalmente, elimina despesas relacionadas à escavação, contrapiso e baldrame.

A fundação Radier é um tipo de fundação rasa em que uma laje é responsável por transmitir as cargas estruturais para o terreno. Após a elaboração do projeto, os tubos elétricos e

hidrossanitários são devidamente posicionados e embutidos no piso, o qual também desempenha um papel restritivo para a fundação. Os elementos estruturais do Radier consistem em lajes de concreto contínuas, vigas no perímetro da laje e, quando necessário, sob as paredes estruturais ou colunas. Esses elementos são utilizados para conferir rigidez ao plano da fundação, conforme indicado no projeto.

Figura 36: Laje Radier



Fonte: o autor

A próxima etapa destina-se a inserção de lona plástica para evitar exsudação do concreto e colocação de armadura de vigas e laje, juntamente com espaçadores.

Na sequência da conclusão dos itens descritos, são realizadas conferências dos pontos de hidráulica, caixaria das vigas, alinhamento, esquadro e medidas do perímetro da fundação conforme projeto, para que possa ser executada a concretagem com segurança.

A partir disto a concretagem foi realizada com a utilização caminhão bomba, o concreto foi sendo vibrado conforme era lançado e posteriormente os funcionários foram espalhando e nivelando o concreto com réguas metálicas

O concreto utilizado foi usinado com f_{ck} 25 MPa, logo após ao período de cura inicial do concreto de 10 dias, foram retiradas as formas de madeira que podem ser reutilizadas nas próximas concretagens dependendo de sua integridade

4.4 ESTRUTURA

Após a cura do Radier foi dado sequencia nos trabalhos com a montagem dos painéis em LSF onde eles vêm já com suas posições e tipos de fixação pré definidos por projetos.

Esse tipo de sistema leva o nome de método por painéis cujo os painéis estruturais são pré-produzidos na fábrica, lajes, tesouras, vigas contraventamento e sua montagem é executada no canteiro de obras para serem instalados.

Os painéis conforme figura 7 que compõem a estrutura foram confeccionados com perfis estruturais com alta resistência e galvanização que garantem proteção contra a corrosão do aço. As dimensões dos perfis para esta obra foram de 100 x 41,3 x 0.90mm, painéis com paginação de 40cm ligação entre si com parafusos autobrochantes (figura 5) e na parte inferior foi aplicada manta com duas camadas para garantir 0,4mm por ser norma do condomínio que garantirá o isolamento entre estruturas metálica e o concreto.

A sua fixação foi feita através de chumbador parabolt pba 3/8 conforme figura 11 e 12 e seu fechamento externo feito por chapa de OSB e foi transpassado 5cm abaixo do nível de Radier para proporcionar melhor estanqueidade.

As posições das paredes no radier foram feitas com linhas de marcação a pó e os painéis foram parafusados a estrutura provisoriamente utilizando parafusos e buchas, em seguida colocadas escoras provisórias conforme mostra na figura 9.

Para a conferência de prumo e esquadro vertical e horizontal, a ferramenta utilizada foi o nível a laser e régua de nível (nível de bolha), embora o nível a laser nos proporcione mais precisão e agilidade na montagem. Devido a alta claridade nesta etapa, por vezes se torna inviável a utilização deste equipamento. Se fazendo necessária a utilização de métodos mais convencionais.

Após as conferências poderão ser fixados de forma definitiva, o qual foi usado chumbadores do tipo Parabolt. quanto as escoras, só poderão retirados após a colocação de contraventamentos e instaladas as chapas de OSB figuras 13 e 37.

Figura 37: instalação de chapas OSB



Fonte : O autor

4.5 ESCADAS

A montagem da escada na edificação ocorreu simultaneamente à construção da estrutura e foi concluída durante a fase de acabamento. O processo de montagem segue um procedimento semelhante ao adotado para o restante do sistema, conforme ilustrado na Figura 20-a.

A escada é composta por elementos verticais e horizontais, sendo que as partes que formam o espelho e o piso foram revestidos com placas OSB(figura 28). Esse revestimento possibilita que os funcionários tenham acesso ao segundo pavimento. A instalação das pedras no piso foi realizada somente durante a fase de acabamento, a fim de evitar danos ao material, como manchas ou arranhões.

Figura 38: Escada em LSF



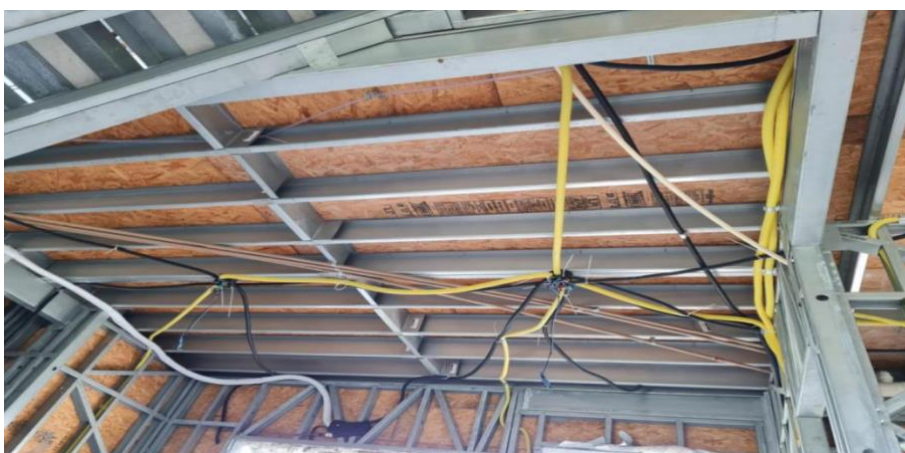
Fonte: O autor

4.6 Laje

Com a fixação dos painéis verticais do térreo, foi dada a sequência de montagem com a colocação dos montantes de 200mm espaçados a 20cm que forma a estrutura de piso formando a laje do segundo pavimento, apoiadas nos montantes verticais coincidindo os perfis para a distribuição das cargas que ocorrerem de maneira uniforme e alinhadas.

A fixação dos montantes da laje foi feita por guias de 200mm e chapa “L” com três pontos de fixação, sendo na parte inferior e laterais dos montantes.

Figura 39: Estrutura da Laje



Fonte : O autor

Após a conclusão da estrutura de aço do piso superior, é possível proceder com a instalação das chapas de OSB de 18,3 mm, macho e fêmea, no piso do segundo pavimento.

As placas de OSB são fixadas nas transversais aos montantes, seguindo as diretrizes do manual de instalação da empresa.

O espaçamento entre os parafusos de fixação das placas de OSB deve ser de 15 cm em sua superfície e 30 cm entre as placas. É importante prever juntas de dilatação de 3 mm entre as placas de OSB e estabelecer uma banda acústica acima dos montantes antes de instalar as placas. A partir da base montada, a instalação dos painéis (Figuras 8 e 9) segue o mesmo processo do pavimento térreo, com exceção de alguns painéis em que a estrutura foi montada no local, devido à falta de guincho para o levantamento dos painéis.

4.7 FECHAMENTO INTERNO E EXTERNO

As placas de OSB foram fixadas com parafusos de cabeça chata com ponta broca e foram contraventadas, garantindo que as juntas não coincidissem. Foi deixado um espaçamento de 3 mm entre as placas para permitir a dilatação do material de acordo com as condições climáticas da região, evitando o surgimento de fissuras no sistema EIFS. Em caso de necessidade de fazer furos para instalações, pode-se utilizar uma serra tico-tico ou serra circular.

A impermeabilização líquida ou membrana foi aplicada apenas nas áreas externas. Optou-se pelo uso de manta líquida aplicada com rolo. Após a impermeabilização, o EPS foi fixado com parafusos e arruelas (Figura 24) sobre o OSB contraventado. Em seguida, uma fita telada de 100 mm foi colocada e uma primeira demão de basecoat foi aplicada sobre a fita. Após a secagem, foi instalada uma segunda camada de fita, sendo esta de fibra de vidro com 1200 mm (Figura 25), ao longo de todo o comprimento do EPS. Foram aplicadas duas demãos de basecoat em todo o revestimento externo (Figura 33 e 27), conforme demonstrado na Figura 28, finalizando as etapas.

Com a conclusão da última etapa do sistema EIFS, foi possível dar continuidade com o acabamento final da obra utilizando pintura texturada, que foi utilizada neste caso. Para o fechamento interno, foram utilizadas placas de *drywall* para paredes e forros. Para áreas comuns, foram utilizadas placas do tipo "St" (standard), enquanto para áreas como banheiros, foram utilizadas placas do tipo "RU" (resistentes à umidade). Em áreas com lareira e churrasqueira, foram utilizadas placas do tipo "RF" (resistentes ao fogo).

Nas paredes, as placas foram parafusadas diretamente nas chapas de OSB. Para os forros, foram construídas estruturas compostas por perfis F530, tirantes de arame de 10 mm e reguladores tipo mola (de forro). Nas bordas do forro, foi utilizada uma tabica branca para criar um detalhe negativo. Foi adicionado lã de pet no forro para auxiliar na isolamento térmica e acústica.

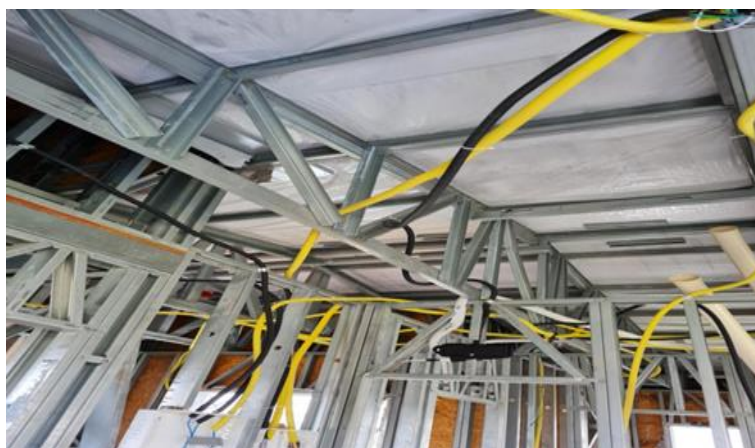
4.8 COBERTURA

Após a conclusão das paredes do segundo andar, prosseguiu-se com a montagem do telhado. O telhado desta construção foi realizado utilizando tesouras em *Light Steel Framing* (LSF), conforme representado na Figura 40. A estrutura do telhado possui um formato de duas águas e é protegida por uma platibanda, conforme indicado na Figura 33.

As tesouras são montadas por treliças, de acordo com a Figura 40. Para fixar as estruturas existentes, são utilizados parafusos, sendo que uma chapa em formato de "L" e cantoneiras são fixadas nas laterais por meio de três parafusos. As terças são parafusadas às treliças, reforçadas com cantoneiras laterais, e nelas são fixadas as telhas.

O conjunto do telhado também inclui calhas metálicas e rufos para garantir um acabamento adequado. As cantoneiras em formato de "L" no telhado são fixados de maneira semelhante à laje, utilizando chapas em formato de "L" com abas iguais e duas chapas adicionais de reforço em áreas onde as treliças devem ficar em balanço. As posições das cantoneiras e das treliças são especificadas no projeto, indicando como devem ser instaladas durante a construção.

Figura 40: Tesoura em LSF



Fonte: O autor (2020)

4.9 Elétrica e Hidráulica

Serviços de elétrica e hidráulica, bem como ar condicionado e automação são compatíveis ao de uma obra convencional, diferenciam-se apenas a instalação entre as paredes e laje, uma vez que no LSF não são necessários abertura canaletas nas paredes, visto que, a tubulação é embutida nos painéis e forro antes do fechamento final.

Nas tubulações hidráulicas devido ao risco de perfuração dos materiais é necessário a colocação de anéis plásticos semi-rígidos nas passagens dos perfis.. Na parte da laje do segundo pavimento os ralos e caixas são presas com cintas metálicas à estrutura e os eletrodutos são presos ao forro com abraçadeiras plásticas.

Outro ponto positivo no LSF é o fato de proporcionar fácil acesso às instalações para qualquer manutenção futura, Através do manual do proprietário o morador pode guiar-se no momento em que for fazer alguma reforma ou manutenção.

4.10 ESQUADRIAS

Na presente obra, optou-se por utilizar esquadrias de PVC em todas as aberturas da fachada, vãos internos e porta de entrada. Essas esquadrias são compostas internamente por polietileno e contam com uma terceira folha em todas as janelas, equipadas com uma tela anti-insetos. O processo de instalação é bastante simples, envolvendo a fixação das aberturas com parafusos e os cuidados de vedação utilizando espuma expansiva e silicone do tipo PU.

É importante ressaltar que as medidas são precisas, garantindo um ajuste perfeito e sem espaços vazios entre o vão e a esquadria. Além disso, as esquadrias já vêm prontas para a instalação, incluindo a pintura e o acabamento. Para complementar, soleiras e pingadeiras de granito preto foram instaladas em janelas e portas externas.

4.11 PERÍODO DE EXECUÇÃO DA OBRA

A obra decorreu em um período atípico devido a pandemia do corona vírus, mesmo com algumas paralisações ocorridas neste ano as atividades foram realizadas dentro do programado, sendo a execução realizada sem interrupções potencialmente prejudiciais ao prazo estipulado em contrato junto para com o cliente. Sendo este inicialmente de 45 dias, reajustado para 60 dias o empreendimento foi entregue em 56 dias trabalhados.

Tabela 3 – Tabela comparativa período de execução da obra.

Item	Descrição dos Serviços	Período previsto Construtora (Dias)	Período executado em obra (Dias)
1	Terraplanagem	2	3
2	Fundação - Radier	5	4
3	Estrutura LSF - Térreo até cobertura	20	9
4	Vedação Externa	8	5
5	Vedação Interna	5	5
6	Instalações Elétricas e Hidráulicas	10	5
7	Acabamento Interno	20	20
8	Acabamento Externo	7	5

Fonte: Autor, 2

5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo de caso realizado abordou o sistema construtivo *Light Steel Framing* em uma residência de pequeno porte, composta por dois andares e uma área construída de 120m². Durante o estudo, foi possível acompanhar todas as etapas da construção utilizando esse sistema. Por meio dessa abordagem, foi possível estabelecer uma relação entre o método construtivo aplicado na obra e as informações estudadas na literatura, obtendo um conhecimento mais aprofundado que subsidiou uma análise do sistema.

Ao concluir esse estudo sobre o *Light Steel Framing* (LSF), fica evidente a importância e as vantagens desse sistema construtivo no cenário atual da indústria da construção civil. O LSF, que utiliza perfis de aço leve como elemento estrutural principal, tem se destacado como uma alternativa eficiente e sustentável em relação aos métodos tradicionais de construção. Uma das principais vantagens do LSF é a rapidez de execução. Comparado aos métodos convencionais, o LSF permite uma construção mais ágil de estruturas, devido à pré-fabricação dos componentes e à simplicidade do sistema de montagem. Isso resulta em prazos de entrega reduzidos e menos interferência nas atividades adjacentes, otimizando os processos construtivos.

Além disso, o LSF apresenta uma série de benefícios do ponto de vista da sustentabilidade. O uso de perfis de aço reduz o consumo de recursos naturais, como madeira, e possibilita a reciclagem dos materiais utilizados. O sistema também oferece um excelente desempenho termoacústico, proporcionando conforto térmico e redução de ruídos, o que contribui para a eficiência energética das construções realizadas com esse sistema. No aspecto estrutural, o LSF demonstra alta resistência e durabilidade, sendo capaz de suportar cargas elevadas e resistir às intempéries. A flexibilidade do sistema permite a criação de projetos inovadores, com a possibilidade de ampliações e modificações futuras de forma mais simples e econômica.

Outra vantagem relevante é a redução dos custos de construção. O LSF exige menos mão de obra e recursos se comparados aos métodos convencionais, obtidos em economia financeira. Além disso, a precisão e a padronização dos componentes pré-fabricados minimizam o desperdício, otimizando o uso dos materiais. No entanto, é importante ressaltar que uma implementação bem-sucedida do LSF requer conhecimento técnico especializado e mão de obra qualificada. É fundamental garantir a especificação correta e instalação dos materiais, além da adoção de práticas construtivas adequadas.

Em resumo, o *Light Steel Framing* representa uma evolução significativa na construção civil, oferecendo uma alternativa sustentável, eficiente e econômica. Sua utilização contribui para a redução dos impactos ambientais, melhoria da qualidade de vida dos ocupantes dos edifícios e aumento da produtividade na construção.

As sugestões para trabalhos futuros são:

- Estudos para o desenvolvimento de placas compostas de resíduos de construção civil ou outros materiais para a vedação;
- Estudo da gestão do projeto de edificações do sistema construtivo LSF com uso da tecnologia BIM.
- Estudo de novas placas de vedação externa e compartimentação em geral, para redução de custo na execução, tendo em vista a crescente elevação de preços nos materiais que compõem essa etapa.

REFERÊNCIAS

ANCORA SISTEMAS DE FIXAÇÃO. Disponível em:

<<http://ancora.com.br/site/portfolios/chumbador-pba/>> Acesso em: 29 mai. 2023.

CAMPUS, (2015). **Elementos de fundação em concreto**. Oficina de textos.

CONSUL STEEL. **Construccion con acero liviano**: manual de procedimiento.

FREITAS, Arlete Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012.

FALCONI, Niyama e ORLANDO, (2019). **Fundações de fundo**: projeto e execução. Oficina de Textos.

Google earth pro. [Google Earth](https://www.google.com/earth/)



HASS, Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo *light steel framing* como método construtivo para habitações sociais**. (Monografia). 2011.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro de Souza. **Light Steel Framing**: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da Construção civil. 2009.

PEDROSO, Sharon Passini et al. **Steel Frame na construção Civil**. In: Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 12, [S.I.]. Anais... [S.I.]: FAG/Dom Bosco, 2014

TAMAKI, L. **Saiba como escolher componentes do sistema *light steel framing***. Técnica. Tecnologia. ed. 222, Setembro, 2015.

SBEGHEM, G. M.; PISANI, M. A. ***Light Steel Framing*** na arquitetura de habitação social brasileira. In: XIV Jornada de Iniciação Científica, v. 1, n. 1, p. 1 – 21, 2018.

SUL MODULOS. Disponível em: <http://www.sulmodulos.com.br/produtos/gesso-acartonado-knauf/gesso_acartonado_1/>. Acesso em 29 mai. 2023.