

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LIGHT STEEL FRAME:

PECULIARIDADES, DESAFIOS E AVANÇOS A PARTIR DA PUBLICAÇÃO DA  
NORMA BRASILEIRA DE LIGHT STEEL FRAME

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FELIPE CLERICI CHRISTOFARI

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2022

LIGHT STEEL FRAME:  
PECULIARIDADES, DESAFIOS E AVANÇOS A PARTIR DA PUBLICAÇÃO DA  
NORMA BRASILEIRA DE LIGHT STEEL FRAME

Felipe Clerici Christofari

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Civil**.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim César Pizzutti dos Santos

Aprovado em: 22/08/2022

---

Joaquim César Pizzutti dos Santos, Prof. Dr. (UFSM)

---

Jaime Freiburger Junior, Prof. Dr. (UFSM)

---

Rogério Cattelan Antochaves de Lima, Prof. Dr. (UFSM)

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, todo meu agradecimento aos meus pais, Sérgio e Kika, por todo amor e apoio, além da educação que me proporcionaram, sem nunca medir esforços para que ela fosse a melhor possível.

À minha irmã, Gabriela, que além de ser meu exemplo desde que nasci, foi essencial para que este trabalho fosse finalizado, me dando todo o suporte que necessitei.

Ao meu chefe, Filippe, tanto pelos conselhos e dicas para o trabalho, como pela oportunidade que me proporcionou de estudar mais a fundo sobre o sistema LSF no Curso da Center Steel.

Aos meus familiares, principalmente os que residem na cidade de Santa Maria, pelo apoio e suporte nos últimos 5 anos.

Ao meu amigo, professor e orientador, Joaquim, pelo esforço e dedicação para me auxiliar no trabalho. Mais que isso, agradeço por ser meu conselheiro dentro da Universidade, sendo um exemplo para mim, tanto como profissional como pessoa.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil pelos ensinamentos e experiências compartilhadas.

Aos meus amigos e colegas de graduação e estágio, pela imensa amizade desenvolvida ao longo dos anos de graduação, ajudando a tornar a faculdade a melhor época da minha vida.

## RESUMO

Com as inovações nas áreas da Construção Civil, o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF) vem se destacando no mercado por ser rápido e eficiente, porém ainda é pouco utilizado no Brasil. Tendo isso em vista, o presente trabalho tem por objetivos identificar os avanços que o método construtivo LSF pode possibilitar, detalhar as características e peculiaridades do método, entender os principais desafios e porque o LSF não é construído em larga escala no país. Além disso, será feita uma análise de como a Norma Brasileira de *Light Steel Frame* ABNT NBR 16970:2022 colaborará para o desenvolvimento do Sistema no país. Para isso, foi realizada uma revisão teórica, dividida em dois tópicos: Sistema e Norma Brasileira de *Light Steel Framing*. Em relação aos resultados, denominou-se Avaliação do Sistema e possibilidades de avanços. De modo geral compreende-se que tudo o que é novo tende a gerar medo e desconfiança. Com o *Light Steel Frame* não é diferente. Conclui-se que a utilização do sistema LSF no Brasil ainda enfrenta alguns obstáculos. Porém, percebe-se que somente através da disseminação de informações a respeito do sistema é que se poderá ampliar a sua utilização. Ainda, nota-se que com a aprovação da Norma Brasileira de *Light Steel Frame*, é possível obter um avanço na Construção Civil brasileira, visto que essa pode contribuir com a disseminação do Sistema, resultando em obras com maior sustentabilidade, qualidade e produtividade. Por fim, percebe-se a importância de novos estudos envolvendo o tema.

Palavras-chave: Construção Civil; *Light Steel Frame*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Protótipo de residência em LSF .....	15
Figura 2 - Reconstrução de casas populares no sistema Light Steel Frame ...	16
Figura 3 - Componentes do LSF .....	19
Figura 4 - Laje radier com esperas de instalações.....	21
Figura 5 - Ancoragem química com base roscada .....	23
Figura 6 - Bobinas de aço utilizadas para produção dos perfis.....	24
Figura 7 - Tipos de perfis utilizados no LSF .....	24
Figura 8 - Painelização executada no canteiro.....	25
Figura 9 - Painéis industrializados sendo transportados .....	26
Figura 10 - Componentes de um painel de LSF .....	27
Figura 11 - Contenção lateral com fita metálica .....	28
Figura 12 - Contenção por meio de treliças verticais .....	29
Figura 13 - Lajes secas de LSF.....	31
Figura 14 - Laje mista, com contrapiso armado .....	32
Figura 15 - Utilização de placas OSB em diferentes locais.....	35
Figura 16 - Residência com plaqueamento externo em placa cimentícia .....	36
Figura 17 - Placas de gesso sobre OSB com tratamento de juntas e parafusos .....	38
Figura 18 - Placa Glasroc X com tratamento de juntas, sobre placas OSB e membrana hidrófuga .....	39
Figura 20 - Instalações elétricas em painel de LSF.....	41
Figura 21 - Instalação hidráulica em PEX .....	42
Figura 22 - Porcelanato aplicado na fachada.....	44
Figura 23 - Residência executada com siding vinílico na fachada .....	45
Figura 24 - Aplicação do EPS na fachada.....	45
Figura 25 - Cobertura de telha single .....	47
Figura 26 - Detalhe da membrana asfáltica em telha shingle .....	48
Figura 27 - Escada com viga caixa inclinada .....	49
Figura 28 - Escada com painéis escalonados e painéis de degrau.....	49
Figura 29 - Escada feita com painel inclinada .....	50
Figura 30 - Tabela retirada da ABNT 16970 com os perfis básicos de LSF.....	52
Figura 31 - Zincagem mínima para os perfis de LSF .....	53

Figura 32 - Tipos de parafusos e suas aplicações .....	54
Figura 33 - Tipos de parafusos e suas aplicações (continuação).....	55
Figura 34 - Principais componentes estruturais do Light Steel Frame .....	59
Figura 35 - Conceito in-line framing .....	60
Figura 36 - Exemplo de montante sendo contido .....	61
Figura 37 - Flechas na estrutura .....	62
Figura 38 - Flechas máximas permitidas.....	63
Figura 39 - Interface esquadria-vedação.....	64
Figura 40 - Detalhe do encontro da parede com o radier e calçada.....	65
Figura 41 - Detalhe de instalação de SPDA.....	67
Figura 42 - Cargas máximas de uso nas placas de gesso.....	68
Figura 43 - Detalhe de impermeabilização de banheiro .....	69
Figura 44 - Cargas máximas por ponto para objetos suspensos rente às paredes .....	73
Figura 45 - Cargas máximas por ponto para objetos suspensos com carga aplicada a 30cm das paredes.....	74
Figura 46 - Apresentação do ensaio pela empresa Saint-Gobain.....	75
Figura 47 - Resultados de ensaio realizado pela DRYWALL .....	77
Figura 48 - Níveis de isolamento acústico exigidos pela Norma de Desempenho .....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACIII – Argamassa Colante tipo III

CAIXA – Caixa Econômica Federal

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço

DATEC – Documento Técnico de Avaliação

EIFS – *Exterior Insulation and Finish System*

EPS – *Expandable Polystyrene* (Poliestireno Expandido)

LSF – *Light Steel Framing*

NBR – Norma Brasileira

OSB – *Oriented Strand Board* (Placas de Tiras de Madeira Orientadas)

PEX – Polietileno Reticulado

PVC – Polyvinyl Chloride (Policloreto de Vinila)

SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

SINAT – Sistema Nacional de Avaliação Técnica

TRF – Tempo de Resistência ao Fogo

VUP – Vida útil de projeto

XPS – Extruded Polystyrene

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. OBJETIVOS .....	11
1.1.1. OBJETIVO GERAL .....	11
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
1.2. JUSTIFICATIVA .....	11
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	12
2. REVISÃO TEÓRICA.....	13
2.1. SISTEMA.....	13
2.1.1. LSF NO BRASIL .....	16
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA.....	17
2.1.3. FUNDAÇÕES.....	20
2.1.3.1. RADIER .....	21
2.1.3.2. SAPATA CORRIDA .....	22
2.1.4. ANCORAGEM NAS FUNDAÇÕES.....	22
2.1.5. MONTAGEM DA ESTRUTURA - PERFIS .....	23
2.1.6. PAINÉIS.....	26
2.1.7. CONTRAVENTAMENTOS.....	28
2.1.8. ABERTURAS DE VÃOS .....	29
2.1.9. LAJES .....	30
2.1.10. VEDAÇÕES.....	32
2.1.10.1. CHAPAS OSB .....	34
2.1.10.2. PLACAS CIMENTÍCIAS .....	35
2.1.10.3. PLACAS DE GESSO.....	37
2.1.10.4. PLACAS DE GESSO GLASSMAT .....	39
2.1.11. ISOLAMENTO TERMO/ACÚSTICO .....	40
2.1.12. INSTALAÇÕES PREDIAIS .....	41
2.1.13. REVESTIMENTOS .....	43
2.1.14. COBERTURA .....	46
2.1.15. ESCADAS.....	48
2.2. NORMA BRASILEIRA DE LIGHT STEEL FRAMING.....	50
2.2.1. PARTE 1 - DESEMPENHO.....	51
2.2.2. PARTE 2 – PROJETO ESTRUTURAL.....	58



2.2.3. PARTE 3 – INTERFACE ENTRE SISTEMAS.....	64
3. AVALIAÇÃO DO SISTEMA E POSSIBILIDADE DE AVANÇOS .....	70
3.1. SISTEMA.....	70
3.2. NORMA BRASILEIRA DE LIGHT STEEL FRAMING.....	83
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
5. REFERÊNCIAS .....	88

## 1. INTRODUÇÃO

Devido ao aumento populacional ocorrido nas últimas décadas, somado ao grande progresso tecnológico evidenciado em todo o mundo, além do crescimento dos custos de materiais e mão de obra, a construção civil entendeu a necessidade de implantação e desenvolvimento de novos sistemas construtivos. Tais sistemas devem ser capazes de apresentar maior eficiência, reduzindo prazos e custos, diminuindo o desperdício de materiais e aumentando a produtividade das equipes ao mesmo tempo que mantenha ou aumente as qualidades das edificações e torne-as cada vez mais sustentáveis (CRASTO, 2005).

Já consolidado há bastante tempo em países de primeiro mundo, o *Light Steel Frame* (LSF), de acordo com Bortolotto (2015) é um sistema de concepção racional e altamente industrializado, o qual caracteriza-se por uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio, que acaba por gerar um processo construtivo de grande eficiência e rapidez de execução. Diferentemente dos métodos convencionais de construção, que utilizam concretos e argamassas em larga escala, o LSF traz a ideia de construção a seco, utilizando materiais industrializados, que chegam prontos na obra, onde apenas devem ser montados. Junta-se aos perfis estruturais de aços outros subsistemas, tais como fechamentos, isolamentos térmicos, instalações hidráulicas e elétricas, entre outros, que juntos, formam o sistema construtivo de *Light Steel Frame*.

Comparada com outras indústrias, como automobilística, alimentícia e de eletrônicos, a indústria da construção civil tem sua evolução muito recente. Existem diversos fatores para que o progresso da construção civil seja mais lento, principalmente no Brasil, como a falta de mão de obra qualificada e a resistência das empresas construtoras e da população brasileira à modernização dos meios de produção. Além disso, por falta de informação sobre as estruturas de aço, alguns mitos são difundidos na sociedade, o que torna o aço muitas vezes preterido na escolha do sistema construtivo (PINHO; PENNA, 2014).

Conforme Moraes e Lima (2009), o processo de introdução de novas tecnologias dentro da construção civil pode ser chamado de industrialização da construção civil. Ela tem por objetivo racionalizar o processo de construção, já que os componentes não são mantidos no canteiro de obra, porque chegam apenas para sua montagem. Evita-se, dessa forma, o acúmulo de peças e também a ociosidade dos operários.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. OBJETIVO GERAL

Identificar os avanços que o método construtivo *Light Steel Frame* pode possibilitar e como a nova Norma ABNT 16970 pode colaborar na disseminação do sistema no Brasil.

### 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detalhar as características e peculiaridades do método construtivo *Light Steel Frame*.
- Entender os principais desafios e por que o *Light Steel Frame* não é construído em larga escala no país.
- Expor os possíveis avanços que o sistema pode trazer às construções.
- Avaliar e propor melhorias para maior adequação à realidade da construção civil da nossa região.
- Mostrar como a Norma de *Light Steel Framing* pode colaborar com o avanço do Sistema no Brasil.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

A velocidade construtiva, bem como a redução do desperdício de materiais foram pontos interessantes e despertaram reflexões no que se refere às transformações pelas quais a construção civil vem passando, bem como os desafios que ela ainda enfrenta.

Além disso, em maio do ano de 2022, foi publicada a Norma Brasileira de *Light Steel Frame*. A Norma ABNT NBR 16970, dividiu-se em 3 partes, sendo a parte 1 relacionada ao desempenho do método construtivo, a parte 2 os requisitos para execução de projetos estruturais e a parte 3 sobre as interfaces entre o LSF e os outros sistemas (ABNT NBR 16970, 2022). Tendo em vista a recente publicação da Norma Brasileira sobre o *Light Steel Frame*, entende-se importante dedicar estudos relacionados ao tema, tendo em vista que a Norma colaborará para a disseminação do sistema. Pode-se entender que além de gerar maior confiabilidade a ele, permitirá também maior facilidade de financiamento das obras de *Light Steel Frame* perante os órgãos públicos.

Sistemas de construção industrializados são cada vez mais necessários na Construção Civil moderna, considerando a alta produtividade, com menos custos, em menos tempo (FACCO, 2014). Além disso, segundo Crasto (2005), os construtores têm procurado por investimentos construtivos mais eficientes, resultando em produtos de maior qualidade sem aumentar significativamente os custos, com o objetivo de tornarem-se mais competitivos. Também, conforme já mencionado, os autores Pinho e Penna (2014) citam a falta de informação sobre as estruturas de aço e a difusão de mitos relacionados a esse sistema. Sendo assim, os conceitos em relação ao *Light Steel Frame* ainda são escassos e carecem de maior investimento científico, a fim de compreender verdadeiramente o que o sistema significa e pode trazer de avanços.

### 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Tendo isso em vista, o presente trabalho objetiva identificar os principais avanços do método construtivo *Light Steel Frame*, assim como detalhar as características e peculiaridades do sistema e entender os desafios que a técnica enfrenta, bem como demonstrar como a nova Norma colaborará com o desenvolvimento do Sistema. Para tanto, o trabalho está estruturado em cinco capítulos: Introdução; Revisão teórica, a qual divide-se em dois tópicos: Sistema e Norma; Avaliação do sistema e possibilidade de avanços (análise do sistema frente à realidade brasileira) e Considerações finais. Por fim, serão apresentadas as Referências utilizadas para construção do trabalho.

## 2. REVISÃO TEÓRICA

### 2.1. SISTEMA

No início do século XX, com a Revolução Industrial, difundida pela Europa e nos Estados Unidos, novas organizações em relação ao trabalho das indústrias surgiram, impulsionadas pelo conceito da produção em massa, a qual incorpora a máquina como elemento central, o que aumenta a capacidade de trabalho humano, levando a uma produtividade maior. Tal ideia foi introduzida pela *Ford Motor Company*, onde a linha de montagem utilizava as ideias de parcelamento, simultaneidade e sincronia do trabalho, com cada operário realizando uma tarefa precisa e repetitiva. (FABRICIO, 2013).

Falando sobre a industrialização das construções civis, essa teve inspiração taylorista-fordista, a qual indicava o deslocamento de parte do trabalho do canteiro para a indústria, onde era possível utilizar métodos de organização e parcelamento do trabalho, bem como máquinas, para permitir a produção em massa de edifícios (FABRICIO, 2013). Ou seja, através da industrialização, as decisões que anteriormente deveriam ser tomadas dentro do canteiro de obras já vinham definidas de dentro da indústria, com o objetivo de reduzir desperdícios.

Nesse sentido, de acordo com Sabbatini (1989), a industrialização das construções civis é um processo evolutivo. Através da implementação de inovações tecnológicas, metodologias de trabalho, técnicas de planejamento e de controle e das ações organizacionais, tendo como objetivo ampliar a produtividade e o nível de produção, melhorando, dessa forma, o desempenho das construções.

Porém, a industrialização das construções civis não é um processo simples, mas sim, uma tarefa complexa. Arantes (2008) afirma que a construção civil é uma indústria com diversas particularidades, que dificultam a sua industrialização, e as divide em três grupos: produto, processo produtivo e empresas. No que diz respeito ao produto, por se tratar de um imóvel, lida-se com um tema complexo, que envolve características específicas e expectativas diversas, com os mais variados tipos de clientes. Em relação ao processo

produtivo, trata-se de uma produção com local fixo, única e temporária, o que gera uma incerteza quanto a diversos fatores, como questões ambientais e intrínsecas do local, como o tipo de solo e o clima, por exemplo. Já no que se refere às empresas, existe uma diversidade de construtoras competindo por espaço no mercado, com colaboradores com diferentes graus de formação.

Em relação ao aprimoramento das técnicas de industrialização e com o intuito de levar a construção a níveis de produtividade e rendimento mais satisfatórios, surgiu, na década de 50 do século XX, um novo paradigma de produção, chamado *Lean Construction*. Tal paradigma emergiu da *Lean Production*, a qual nasceu na indústria automobilística japonesa e engloba conceitos e procedimentos diversos, que buscam uma produção eficiente, quase isenta de desperdícios (ARANTES, 2008). Outro conceito criado para definir um método de construção rápida e em série, que prioriza a utilização de sistemas construtivos e materiais que garantam celeridade à obra, foi o *Fast Construction* (FACCO, 2014).

Percebe-se, a partir disso, que a industrialização trouxe novos métodos construtivos, tendo destaque os pré-fabricados de concreto e de aço. Facco (2014) referiu que os canteiros de obra, assim, tornam-se locais de montagem, onde os elementos pré-fabricados são anexados uns aos outros para compor o produto final.

Nessa perspectiva, o *Light Steel Frame* tem uma história antiga, visto que surgiu nos Estados Unidos, no século XIX, com o movimento em busca de conquista por territórios americanos, o que acabou por gerar um aumento populacional. Tendo isso em vista, os americanos buscaram solucionar o problema habitacional naquele momento, a partir de uma forma prática, com baixo custo e com rapidez, com acesso aos materiais que estavam disponíveis no local, principalmente a madeira. A partir de então, as construções em madeira ganharam destaque, tornando-se a principal metodologia construtiva nos Estados Unidos. Tal modelo construtivo ficou conhecido como *Woodframe*, o qual consistia em uma estrutura composta por peças de madeira serrada, com pequena seção transversal espaçadas regularmente entre quarenta e sessenta centímetros, que formava o esqueleto estrutural (CRASTO, 2005; PEDROSO et al., 2014).

Após a Segunda Guerra Mundial, a economia americana teve uma grande prosperidade, havendo, dessa forma, abundância na produção de aço. Somado a isso, o melhor desempenho e eficiência estrutural do aço perante às catástrofes naturais fez o produto ganhar destaque nas construções americanas. Além disso, com o aumento do desmatamento das florestas e o desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, a madeira utilizada nas construções americanas passou a ser substituída pelo aço, em meados do século XX (CRASTO, 2005). A figura 1 apresenta um protótipo de residência em Light Steel Frame, em exposição mundial na cidade de Chicago (EUA), no ano de 1933.

Figura 1 - Protótipo de residência em LSF



Fonte: CRASTO (2005)

Além dos Estados Unidos, outro país que apresentou destaque na construção em *Light Steel Framing* foi o Japão. Diferentemente da economia americana em progresso pós-segunda guerra, o Japão encontrava-se em reconstrução após os bombardeios sofridos, visto que mais de quatro milhões de casas haviam sido destruídas, com diversos incêndios causados por construções de madeira. Dessa forma, o LSF surgiu como uma alternativa interessante para uma rápida reestruturação de suas habitações, por possibilitar construções extremamente rápidas e não inflamáveis, em um momento delicado, num país dilacerado pelo contexto pós-guerra. Atualmente, o Japão é o país com maior conhecimento técnico e científico na área da construção de perfis leves em aço (CRASTO, 2005).

Na década de 1990, o *Light Steel Framing* chegou à América do Sul, com ênfase no Chile. O alto número de abalos sísmicos existentes naquele país foi o fator decisivo para a implantação do sistema (CAMPOS, 2014). No ano de 2010, houve um terremoto de 8,8 graus na escala Richter de magnitude no país, que causou 525 mortes e dívidas estimadas na casa de 30 bilhões de dólares. Para sua reconstrução, o governo Chileno adotou as construções em LSF, por sua agilidade, leveza e resistência a abalos sísmicos. Atualmente, estima-se que 60% das edificações no Chile foram executadas em *Light Steel Framing*. A figura 2 apresenta a reconstrução de casas populares utilizando o sistema LSF como modelo construtivo, no Chile.

Figura 2 - Reconstrução de casas populares no sistema Light Steel Frame



Fonte: BLOG DO LIGHT STEEL FRAME (2017). Disponível em: <http://lightsteelframe.eng.br/light-steel-frame-reconstruiu-chile-terremoto-tsunami/>. Acesso em 29 Jul. 2022.

#### 2.1.1. LSF NO BRASIL

No Brasil, o *Light Steel Frame* ainda está em processo inicial de utilização. A iniciativa privada foi responsável por importar o sistema, na década de 1990, principalmente para edificações residenciais de alto padrão. Atualmente,



algumas empresas utilizam a técnica com a finalidade de instalações rápidas, com destaque para algumas franquias, como, por exemplo, o *McDonald's*. Além disso, conjuntos habitacionais para habitação popular utilizam a técnica com a finalidade de dar, principalmente, agilidade às construções (CAMPOS, 2014).

Pode-se remontar a origem do *Light Steel Frame* no Brasil ao *drywall*, que é um sistema de vedações internas, o qual utiliza perfis de aço não-estruturais, onde são fixadas placas de fechamento. Porém, de acordo com Crasto (2005, p. 12), “a semelhança acaba nesse ponto, já que o Light Steel Framing [...] é um sistema muito mais amplo, capaz de integrar todos os componentes necessários a construção de uma edificação, tendo como o fundamental a estrutura”. Mesmo assim, o *drywall* colaborou e, ainda colabora, para alterar a forma de pensar das pessoas em relação a construções que não usem elementos rígidos, como por exemplo, o concreto e a alvenaria.

No ano de 2003, a Caixa Econômica Federal lançou a publicação intitulada “Sistema Construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aço revestido (*Steel Framing*) – requisitos e condições mínimas para financiamento pela CAIXA”. No documento, apresenta-se diretrizes para construção de habitações utilizando o sistema e direcionando os parâmetros para o financiamento de construções em *Light Steel Framing*, os quais não possuíam nenhum tipo de regulamentação no país até então (CAMPOS, 2014).

Além disso, no ano de 2014 o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA, 2014) fez o lançamento de alguns manuais, que serviram de subsídio para especificação e uso, e a normatização de alguns dos principais componentes do sistema. Mas somente com a publicação da ABNT NBR 16970 (ABNT, 2022) é que o Brasil tem uma normatização oficial do sistema, que especifica os requisitos mínimos que as construções devem atender, bem como determina os métodos de projeto estrutural.

### 2.1.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

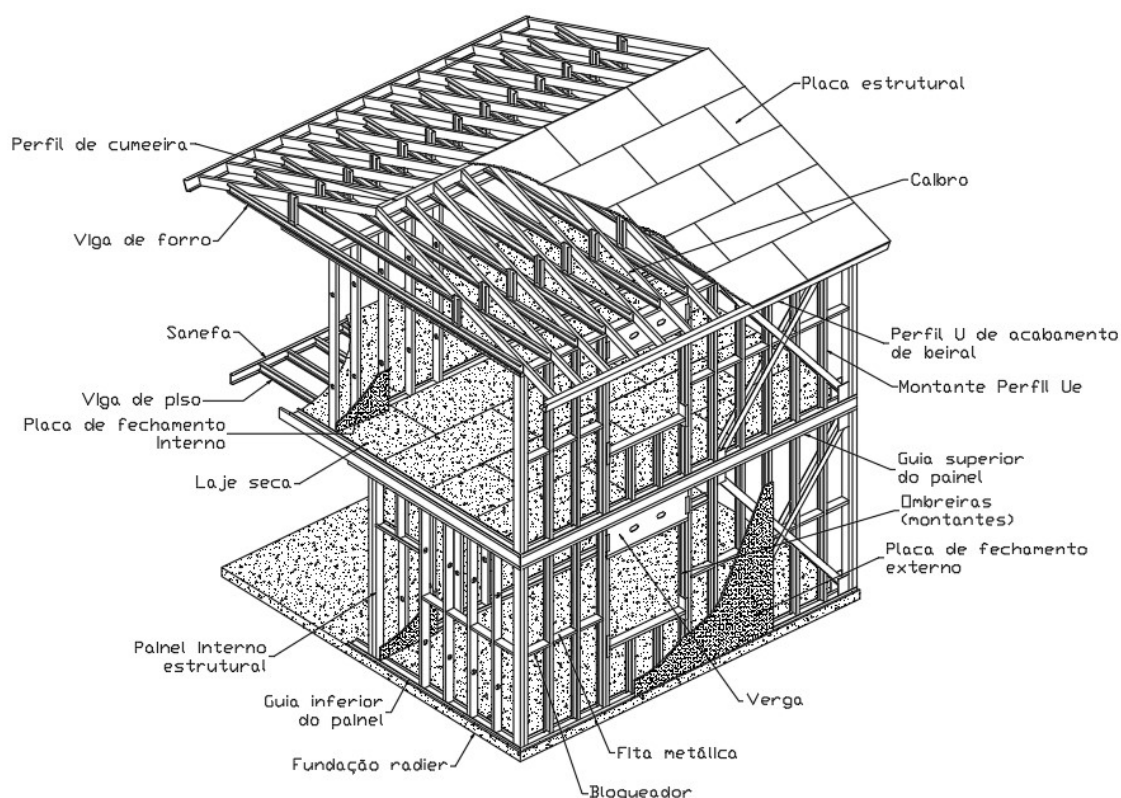
O sistema construtivo *Light Steel Frame* recebe diferentes denominações: *Light Steel Framing*, construção LSF ou estrutura em aço leve. Em relação ao termo, Pedroso et al. (2014) referiram:

A inclusão do Light, traduzida para o português significa leve, que serve para expressar a estrutura de aço “Steel” que permite à edificação possuir o peso reduzido. A designação em inglês “Framing” é usada para definir o esqueleto estrutural composto pelo aço e outros elementos que ligados entre si funcionam para suportar a obra (PEDROSO et al., 2014, p. 2).

Ainda sobre a nomenclatura do método construtivo, pode-se diferenciar o termo “*frame*” e “*framing*”. *Frame* refere-se ao esqueleto estrutural projetado para dar forma e suportar a edificação, composto pelos perfis. Já o termo “*framing*” pode ser definido como o processo pelo qual se unem e se vinculam esses elementos. Dessa forma, o sistema é definido como *Light Steel Framing* e as peças que compõe os painéis são o *frame* estrutural. Neste trabalho, os termos serão tratados sem diferenciação (CENTER STEEL, 2022).

Além disso, o sistema *Light Steel Framing* não pode ser reduzido apenas à sua estrutura. Como um sistema construtivo, ele é composto por vários subsistemas, como fundações, isolamento, fechamento interno e externo, além das instalações elétricas e hidráulicas. Para garantir o sucesso das construções em LSF, todos os subsistemas devem se relacionar corretamente. Diante dessa necessidade de inter-relacionamento entre os sistemas, a Norma Brasileira de *Steel Frame* tem uma parte dedicada exclusivamente às interações entre os sistemas (ABNT NBR 16970, 2022; CONSUL STEEL, 2002). A figura 3, retirada da NBR 16970 Parte 1 apresenta os principais componentes do sistema.

Figura 3 - Componentes do LSF



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 1 (2022).

O *Light Steel Framing* pode ser entendido como um sistema de construção com várias opções de montagem e combinação dos elementos estruturais, de fechamentos e acabamentos. Também, é possível encontrar disponível uma variedade de fornecedores, que disponibilizam treinamentos para as construtoras interessadas em trabalhar com o LSF. Como explicitado anteriormente, o sistema proporciona uma obra mais organizada, limpa e rápida, porém, que necessita de planejamento, com o objetivo de assegurar que todas as etapas da obra aconteçam conforme o planejado, com o objetivo de evitar, assim, atrasos. O fato de os produtos serem industrializados não permite muitos ajustes e definições no canteiro de obras (CAMPOS, 2014). A técnica de fabricação, suas particularidades, o acabamento, a matéria prima utilizada, ou seja, tudo passa por um controle de qualidade exigente, para garantir agilidade e qualidade, bem como cuidado com os desperdícios de materiais. Isso ocasiona uma solução eficiente e com a possibilidade de custo reduzido (BORTOLOTTI, 2015).

Sendo assim, pode-se compreender que o *Light Steel Frame* é um método construtivo aberto, que permite a utilização dos mais variados tipos de revestimento; é considerado como flexível, pela facilidade de se executar reformas e ampliações. Também é racionalizado, pois otimiza o uso dos recursos e o gerenciamento das perdas; customizável, possibilitando controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável (CAMPOS, 2012).

### 2.1.3. FUNDAÇÕES

Após o panorama de introdução sobre a temática do Light Steel Frame, serão apresentadas agora as principais etapas construtivas do sistema. Conforme citado anteriormente, o *Light Steel Frame* é um sistema construtivo mais leve do que os sistemas convencionais, não só por sua estrutura ser feita com perfis de baixa espessura de aço, mas também pelas placas de fechamento terem baixo peso específico, no que se compara à alvenaria cerâmica ou blocos de concreto, por exemplo. Diferentemente de construções com vigas e pilares, nas quais as cargas são concentradas nas fundações, no método LSF cada um dos montantes espaçados a cada quarenta a sessenta centímetros funcionam como um pilar, por onde são descarregadas as cargas da construção como um todo. Dessa forma, a estrutura distribui a carga uniformemente ao longo dos painéis estruturais, tornando, assim, as cargas solicitantes às fundações bastante inferiores, e, conseqüentemente, mais econômicas (CENTER STEEL, 2022).

Sabe-se que não só as cargas solicitantes determinam qual fundação deverá ser escolhida para uma obra. Questões de cunho geológico e topográfico, como o tipo de solo existente no local, o desnível presente na construção, bem como a altura do lençol freático são fatores cruciais na escolha do tipo de fundação. Em geral, a solução usualmente adotada é a laje radier, que consiste em uma laje de concreto que transmite as cargas diretamente ao solo através de sua área de contato. Além dessa, outra solução bastante utilizada é a sapata corrida, uma vez que distribui linearmente as cargas dos painéis ao solo (CENTER STEEL, 2022). A seguir, comentar-se-á sobre as características e peculiaridades de cada uma das soluções.

### 2.1.3.1. RADIER

Em relação à laje radier, quando a topografia do terreno permitir, ou seja, não havendo grandes desníveis ou níveis de lençol freático muito altos, é a solução mais adequada, tanto pelo seu desempenho estrutural, como por sua facilidade de execução. É entendida como um tipo de fundação rasa, que transmite as cargas diretamente para o solo. Além da laje, sob as paredes, colocam-se vigas, com o objetivo de aumentar a resistência e o travamento da fundação. Além de possuir boa capacidade estrutural, a laje radier é facilmente executável e, também, pode dispensar o uso de contrapiso posteriormente. Alguns cuidados devem ser mantidos durante sua execução, principalmente no que se refere à umidade ascendente do solo. Por isso, recomenda-se que o nível do piso acabado esteja a pelo menos, quinze centímetros de altura do solo; que se utilize uma camada drenante de brita abaixo da laje; e que, antes de concretada, seja colocada uma camada de lona preta. Nas calçadas ao redor da edificação, é necessário prever drenos laterais e um caimento, afim de evitar a entrada de água na edificação (CENTER STEEL, 2022). A figura 4 apresenta uma laje radier.

Figura 4 - Laje radier com esperas de instalações



Fonte: ATOS ARQUITETURA (2022). Disponível em:

<https://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-light-steel-frame/>. Acesso em 30 Jul. 2022.

### 2.1.3.2. SAPATA CORRIDA

No que diz respeito à sapata corrida, as cargas oriundas da construção são distribuídas continuamente ao longo da mesma. Configura-se como um conjunto de vigas que são locados sob os painéis estruturais. As vigas podem ser de concreto armado, blocos de concreto ou alvenaria. Em relação ao contrapiso do pavimento térreo, salienta-se que pode ser executado de concreto ou construído com perfis galvanizados apoiado nas sapatas. Ainda, durante a execução é essencial realizar a impermeabilização no topo da sapata corrida, descendo, por, pelo menos, quinze centímetros em cada lado, pelas abas laterais, buscando reduzir as possibilidades de patologias por umidade ascendente (BORTOLOTTI, 2015).

### 2.1.4. ANCORAGEM NAS FUNDAÇÕES

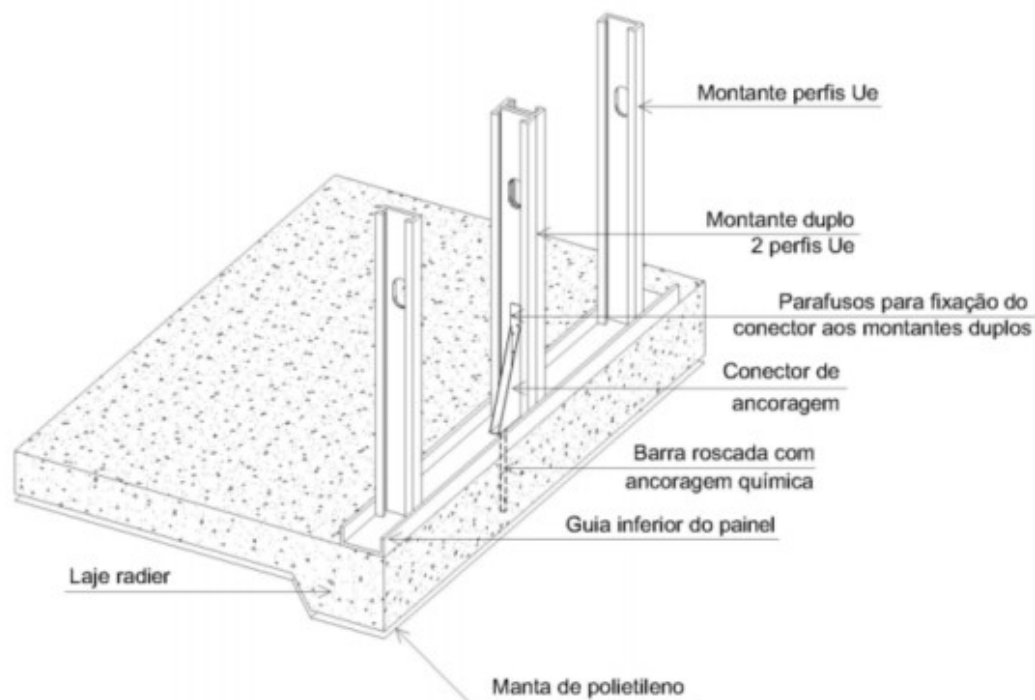
Após explorar algumas questões em relação aos tipos de fundações, comentar-se-á sobre como executar a ancoragem dos painéis nessas. Com os painéis montados, é necessário realizar a ancoragem dos mesmos na fundação, seja na laje radier ou na sapata corrida. Entende-se que a ancoragem é essencial para fixar a estrutura na fundação e realizar a transmissão dos esforços, impedindo, assim, os movimentos da edificação, que podem ser: a translação, onde a edificação desloca-se lateralmente, devido, principalmente, à ação dos ventos; e também o tombamento, que caracteriza-se por uma elevação da estrutura onde a rotação pode ser gerada por assimetria na direção dos ventos que atingem a edificação (SCHARFF, 1996).

O cuidado na escolha do tipo de ancoragem é importante para garantir que o conjunto estrutura-fundação interaja de modo satisfatório. Os principais tipos de ancoragem são: a ancoragem expansível com *parabolt*; a química com barra roscada; e a ancoragem provisória, sendo essa executada durante a fase de construção, enquanto as paredes são montadas e prumadas, utilizando rebites, colocados, normalmente, sob pressão com uma pistola de ar comprimido ou pólvora (CENTER STEEL, 2022).

A fixação com *parabolts*, forma mais utilizada no Brasil, configura-se em um chumbador aparafusado que se expande, consolidando a estrutura na

fundação. A ancoragem química com barra roscada consiste na fixação dos painéis por meio da perfuração no concreto e instalação de barras roscadas com arruelas e porcas, com uma resina química de base epóxi disposta no fundo do buraco, que forma uma interface resistente da barra com o concreto (CRASTO, 2005). A figura a seguir ilustra a ancoragem química com base roscada.

Figura 5 - Ancoragem química com base roscada



Fonte: CRASTO (2005)

### 2.1.5. MONTAGEM DA ESTRUTURA - PERFIS

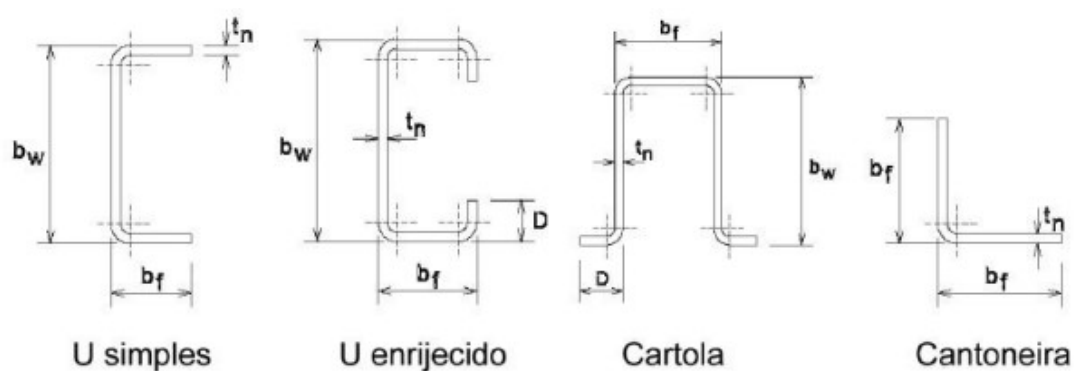
Em relação à montagem da estrutura, os perfis são produzidos a partir de uma chapa de aço galvanizada de baixa espessura, os quais irão formar os painéis estruturais, através da união parafusada entre guias e montantes, processo conhecido como painelização. As espessuras mais utilizadas para os perfis variam de 0,4mm até 1,75, porém, para efeitos estruturais, consideram-se perfis a partir de 0,8mm. Os tipos de perfis mais encontrados nas estruturas de LSF são em C, U, Ue (Uenrijecido), cartola e cantoneira (SANTIAGO, 2008). A figura 6 representa bobinas de aço utilizadas para a produção dos perfis. Logo, a figura 7 apresenta os tipos de perfis utilizados no sistema *Light Steel Frame*:

Figura 6 - Bobinas de aço utilizadas para produção dos perfis



Fonte: VIVIAN (2011)

Figura 7 - Tipos de perfis utilizados no LSF



Fonte: MAGALHÃES (2013)

Os perfis são encontrados no mercado de duas maneiras distintas: sob encomenda, já cortados com as medidas estipuladas em projeto, sendo necessário apenas parafusar os perfis para montar os painéis; ou com os perfis sendo comprados com uma medida padrão e, após recebidos na obra, cortados conforme as dimensões desejadas. Os primeiros, cortados com as medidas do projeto e com os furos para passagem de tubulações já executados, são



conhecidos como perfis engenheirados e diminuem o desperdício e aumentam a produtividade da obra. Estes perfis, os quais já são cortados conforme medida, podem ter sua montagem realizada dentro da própria indústria, com os painéis sendo entregues já montados na obra. Há também uma outra opção, em que os perfis são entregues individualmente e a painelização é realizada *in loco*.

Já os perfis com medidas padrões, são conhecidos como *stick* e são mais fáceis de adaptar-se às construções e às medidas *in loco*, sendo o perfil mais utilizado em reformas (CENTER STEEL, 2022). A figura 8 representa a painelização sendo executada no canteiro de obra. Já a figura 9 demonstra os painéis industrializados sendo transportados:

Figura 8 - Panielização executada no canteiro



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

Figura 9 - Painéis industrializados sendo transportados

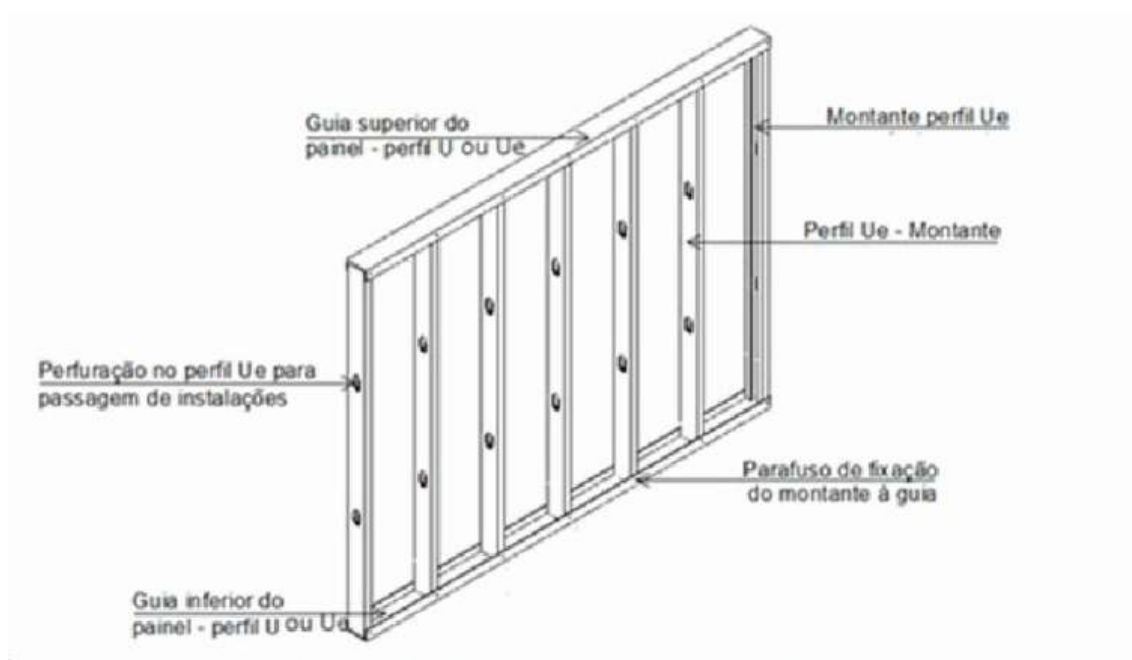


Fonte: SANTIAGO (2008)

#### 2.1.6. PAINÉIS

Em relação aos painéis, esses são compostos por perfis espaçados na vertical, de seção transversal tipo Ue, conhecidos como montantes; e por elementos colocados na horizontal, onde os montantes são parafusados, de seção transversal tipo U, denominados guias. O aparafusamento é realizado através de parafusos galvanizados, do tipo auto-perfurantes ou auto-atarrachantes (CRASTO, 2005). Dito de outra forma, os montantes instalados na vertical normalmente são distanciados entre quarenta e sessenta centímetros, dependendo das solicitações do projeto estrutural. Em alguns casos, nos quais a carga é bastante elevada, como em caixas de água, por exemplo, a distância entre os montantes é reduzida, podendo chegar a vinte centímetros de espaçamento. Na parte inferior e superior dos montantes, são instaladas guias, as quais são responsáveis por unir os montantes, constituindo um painel. A figura a seguir apresenta a composição de um painel de LSF.

Figura 10 - Componentes de um painel de LSF



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

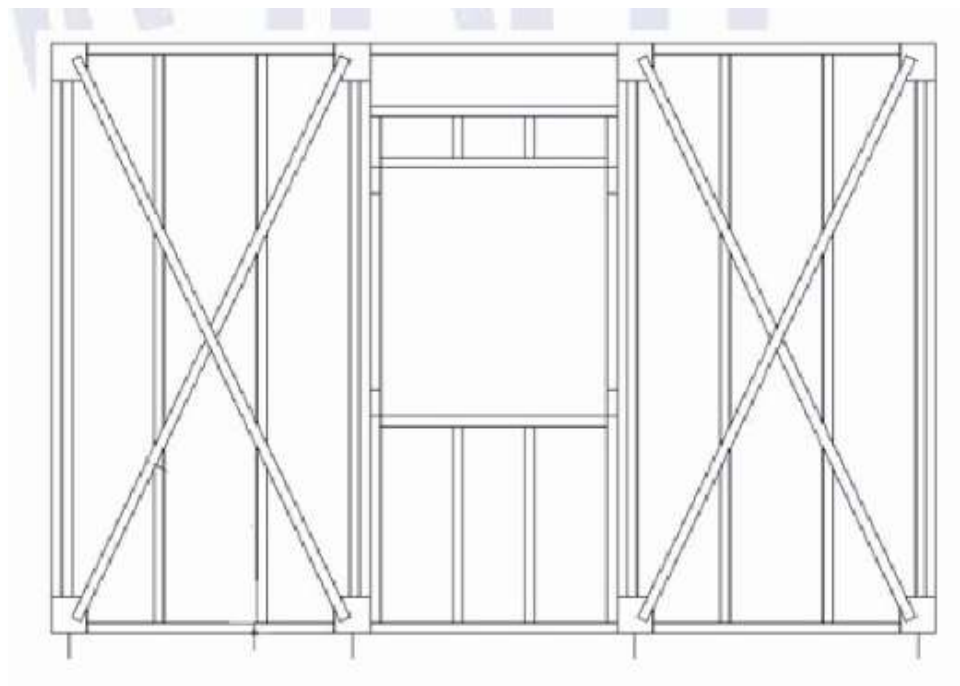
Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), os painéis de *Light Steel Frame* podem ou não ter função estrutural, recebendo as cargas da estrutura ou funcionando apenas como divisórias. Os painéis estruturais são responsáveis por conduzir as cargas verticais da construção oriundas do peso próprio da estrutura, dos componentes construtivos e da sobrecarga de utilização; e transmitir as mesmas até as fundações e, além disso, deverão resistir aos esforços horizontais causados pelo vento. Já no que diz respeito aos painéis não estruturais, salienta-se que esses possuem apenas a função de fechamento e isolamento das paredes, não sendo considerados no cálculo estrutural da edificação.

Quando a edificação tiver mais de um pavimento, é imprescindível que os montantes dos painéis estejam alinhados verticalmente entre os pavimentos, com o objetivo de não gerar excentricidades no deslocamento da carga. Além disso, as vigas de piso e tesouras de telhados também devem estar alinhadas aos montantes. Se não houver o alinhamento, devem ser utilizados reforços para a transição da carga. (CRASTO, 2005).

### 2.1.7. CONTRAVENTAMENTOS

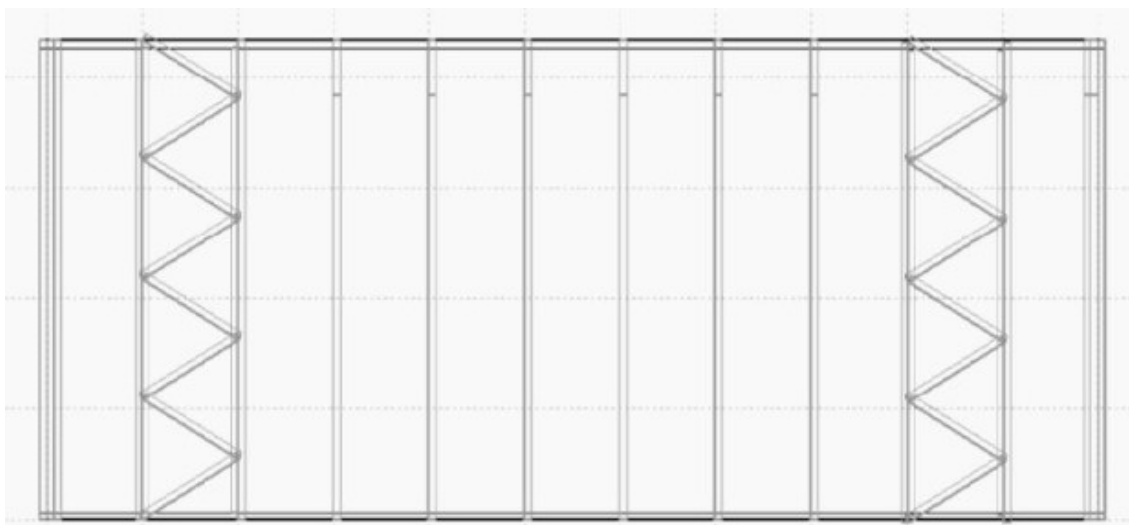
Painéis formados apenas por montantes e guias não são capazes de resistir aos esforços horizontais que solicitam a estrutura. Sendo assim, são utilizados contraventamentos, que se configuram em perfis instalados na diagonal entre dois montantes, ou fitas metálicas aparafusadas no painel em formato de X. Além disso, podem ser utilizados bloqueadores e chapas de *goussete*. Os bloqueadores consistem em perfis U instalados verticalmente afim de diminuir o comprimento de flambagem. Já as chapas de *goussete* são chapas metálicas quadradas colocadas nas quinas dos painéis, reforçando as ligações (CRASTO, 2005). A figura 11 apresenta a contenção lateral com fita métrica. Já a figura 12 demonstra a contenção por meio de treliças verticais.

Figura 11 - Contenção lateral com fita metálica



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

Figura 12 - Contenção por meio de treliças verticais



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

As placas estruturais de fechamento também colaboram no contraventamento global da estrutura, porém essas não devem ser consideradas no cálculo estrutural como elemento resistente às cargas horizontais. O próximo tópico será dedicado às aberturas.

#### 2.1.8. ABERTURAS DE VÃOS

Nas aberturas para esquadrias – portas e janelas – devem ser colocados alguns reforços na estrutura, assim como nas construções convencionais de alvenaria. Verticalmente, em cada lado das aberturas, devem ser colocados montantes, conhecidos como ombreiras, tantos quantos forem necessários dependendo da quantidade de montantes que forem interrompidos na abertura do vão. Com a finalidade de redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos até os montantes que delimitam o vão, são instaladas vergas, que pode ter diferentes combinações, dependendo do tamanho da abertura. Em aberturas pequenas, a verga é composta por dois perfis Ue aparafusados nas ombreiras; já em grandes vãos, as vergas podem ser treliçadas (CRASTO, 2005).

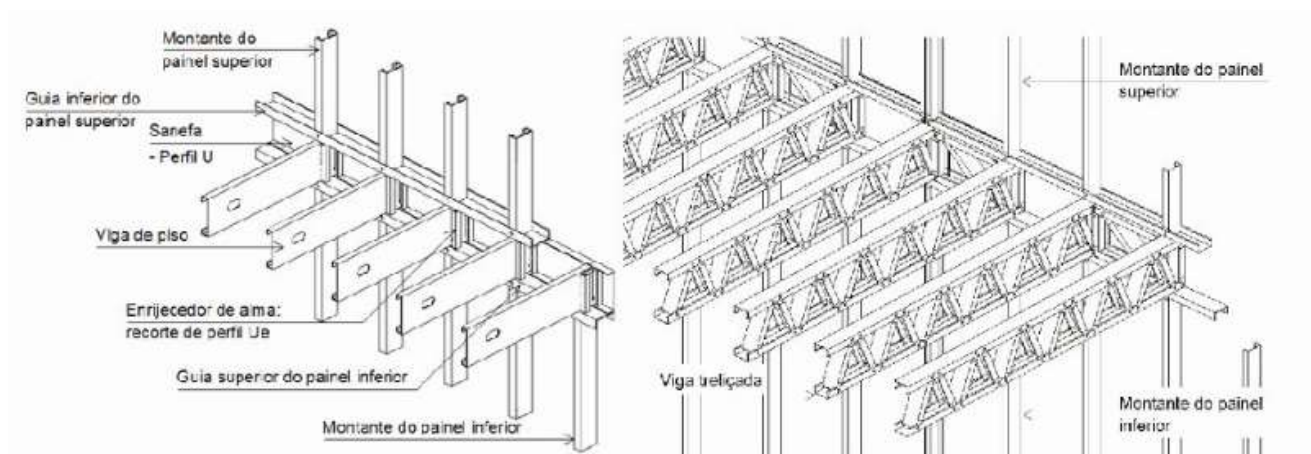
### 2.1.9. LAJES

Após as observações em relação aos painéis, passar-se-á para as considerações em relação às lajes. O sistema construtivo Light Steel Frame possibilita construções com mais de um pavimento. No Brasil, já foram construídos edifícios de até quatro andares em LSF (CAMPOS, 2014). É importante ressaltar, entretanto, que a Norma Brasileira de Light Steel Frame NBR ABNT 16970 (2022) compreende apenas edificações de até dois pavimentos. Para possibilitar a construção de edificações verticais com mais de um pavimento, adota-se o uso de lajes, as quais servirão de base para o pavimento superior. As lajes devem ser executadas logo após a instalação dos painéis do primeiro pavimento e antes do início da montagem dos painéis do segundo pavimento. Tal tipo de construção é conhecida como sistema plataforma (CAMPOS, 2014).

Assim como na estruturação das paredes através de montantes distribuídos equidistantemente, nas lajes de Light Steel Frame emprega-se o mesmo conceito, utilizando perfis ou treliças de aço espaçados a uma mesma distância. Essa deve ser determinada em projeto estrutural e necessita estar alinhada com os montantes (CRASTO, 2005).

Pode-se dividir os tipos de lajes em dois grandes grupos: as lajes secas e as lajes úmidas. Em relação às lajes secas, a forma de construção mais utilizada é a partir de perfis de aço galvanizado, que podem ser combinados ou não, geralmente de seção tipo Ue, de vinte centímetros de altura, espaçados a uma distância constante. Sobre esses são instaladas placas de Oriented Strand Board - OSB ou cimentícias, ou até mesmo ambas, aparafusadas à estrutura do piso, as quais servem de elemento horizontal. É importante que haja uma camada separadora entre o aço e as placas, a qual pode ser feita através de um adesivo a base de poliuretano, manta asfáltica, banda acústica ou até mesmo uma lona, afim de diminuir o desconforto acústico (CAMPOS, 2014). A figura a seguir apresenta as lajes secas, com a utilização de vigas e treliças.

Figura 13 - Lajes secas de LSF

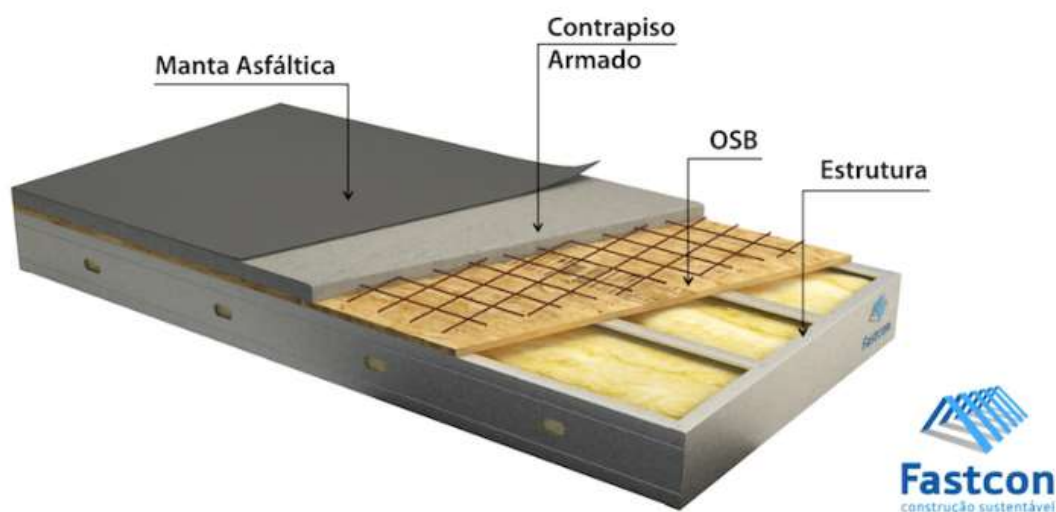


Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

No que diz respeito às lajes úmidas, essas podem ser pré-moldadas ou até mesmo moldadas in loco. Uma das alternativas tradicionalmente adotadas no Brasil é a utilização de lajes com vigotas pré-moldadas, as quais são, após a sua montagem, concretadas. Outra opção também utilizada é a laje Steel Deck, que consiste em uma estrutura ondulada em aço galvanizado, coberta por concreto, a qual funciona tanto como forma para a concretagem como armadura positiva. (CAMPOS, 2014).

Além disso, pode ser utilizada uma laje mista úmida, que consiste em um contrapiso de concreto flutuante, executado sobre as chapas de substrato que são aparafusadas na estrutura do piso. Essas chapas são conectadas na estrutura com ou sem elementos que complementem o desempenho térmico/acústico. Entre o substrato e o contrapiso, utiliza-se uma camada separadora, evitando o contato entre a argamassa e as chapas (ABNT NBR 16970, 2022). A figura 14 apresenta uma laje mista, com contrapiso armado:

Figura 14 - Laje mista, com contrapiso armado



Fonte: GOUVEA (2015). Disponível em: <http://fastcon.com.br/blog/steel-frame/>. Acesso em 01 Ago. 2022.

#### 2.1.10. VEDAÇÕES

Em relação ao fechamento, para realizar a vedação, tanto externa quanto interna, da estrutura, são utilizadas chapas aparafusadas nos perfis. Essas, seguindo o conceito de construção industrializada e seca, ou seja, reduzindo ou eliminando etapas de execução que utilizem rebocos e argamassas, são chapas que devem ser aparafusadas na estrutura com uma modulação padrão: normalmente, com largura de 1,2 metros, múltiplo da modulação comumente utilizada entre montantes, que é de quarenta a sessenta centímetros (CRASTO, 2005).

Existem variadas opções e combinações de placas e chapas que podem ser utilizadas, tanto na vedação externa quanto interna. Com o advento da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575 (2013) e, mais recentemente, a parte 1 da ABNT NBR 16970 (2022), independentemente do material utilizado, esse deve atender aos critérios e requisitos que proporcionem a satisfação dos usuários, a habitabilidade da edificação e as exigências das supracitadas normas. Dentre os requisitos mínimos aos quais os materiais devem atender estão: segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade,



impermeabilidade, conforto térmico, conforto acústico, conforto visual, adaptabilidade ao uso, higiene, durabilidade e manutenibilidade.

Os materiais mais utilizados como vedação das estruturas de Light Steel Frame são as placas de OSB, placas cimentícias, placas de gesso acartonado e placas de gesso *glass mat*, além do sistema EIFS – *Exterior Insulation and Finish System*. Esse último é definido por Magalhães (2013) como: “sistema de acabamento com grande capacidade de isolamento térmico, oferecendo, além de um bom acabamento externo, melhores condições de habitabilidade aos ambientes internos da edificação”, aspecto que será melhor abordado no índice de revestimentos.

Salienta-se que independentemente da placa utilizada, alguns cuidados devem ser seguidos para garantir uma execução de qualidade e conseqüentemente, maior durabilidade. Todas as bordas das placas devem estar apoiadas e fixadas nos perfis de aço, evitando, assim, cantos soltos. Outro ponto relevante é o fato que as juntas das placas devem estar sempre desalinhadas, evitando pontos de fissuração contínuas; inclusive no encontro com esquadrias, as juntas das placas devem estar desalinhadas dos cantos das aberturas, impossibilitando que as juntas entre as placas coincidam com a linha da verga, do peitoril ou do montante, deslocando-se as juntas verticais, no mínimo, em quarenta centímetros e as horizontais em, pelo menos, quinze centímetros.

Também, é necessária a instalação de uma membrana hidrófuga, com a finalidade de proteger a edificação da umidade. Essa membrana tem a capacidade de ser impermeável à água externa em forma líquida e permeável ao vapor de água interno existente na edificação. Segundo Nestler (2017), a membrana TYVEK, exemplo de uma membrana hidrófuga, é “composta por 100% de polietileno sem aditivos, corantes ou resinas e 100% reciclável. Ela atua como barreira contra intempéries, pois reduz a infiltração de ar externo, aumentando a eficiência do isolamento térmico, e garante a estanqueidade das paredes, perfis e isolamentos internos contra a infiltração de água”, sendo também resistente a rupturas e impedindo a proliferação de bactérias e fungos.

### 2.1.10.1. CHAPAS OSB

Em relação às chapas OSB - *Oriented Strand Board*, essas são chapas prensadas feitas de lascas de madeira reflorestadas em camada, cada qual é colada com uma orientação distinta, em pelo menos três camadas perpendiculares, o que melhora sua resistência mecânica e sua rigidez. Essas tiras de madeira, geralmente de pinus, são unidas através de resinas e prensadas sob altas temperaturas. Durante o processo de fabricação, essa resina deposita-se também na parte externa da chapa, formando uma película impermeabilizante, porém, conforme alerta Campos (2014), os fabricantes garantem essa impermeabilização por curtos momentos, como por exemplo, durante as intempéries da obra, não devendo as chapas ficarem expostas ao tempo por longos períodos.

Essas placas podem ser encontradas de várias espessuras e características, cada qual indicada para um uso distinto. Segundo Crasto (2005), as placas OSB podem ser usadas de diversas formas na construção em *Light Steel Frame*, como fechamento interno, fechamento externo, para forros, pisos e ainda como substrato para a cobertura de telhados. Para a utilização das placas no sistema LSF, essas devem ser do tipo estrutural, de espessura mínima igual a nove milímetros e meio. Para as lajes, a OSB mínima deve ser de quinze milímetros, sendo indicado a utilização de placas com dezoito milímetros e meio, afim de garantir maior resistência.

Conforme dito anteriormente, é importante o cuidado com a espessura da placa OSB, pois além da vedação, esses painéis colaboram também com o contraventamento da estrutura. Além disso, essas chapas funcionam como pontos de apoio para cargas suspensas instaladas nas paredes, por isso, seu uso é indicado nas paredes internas que irão receber armários, pias ou qualquer objeto que será pendurado na parede (CAMPOS, 2014). Não há uma orientação (horizontal ou vertical) para a instalação das chapas. Entretanto, para que seu maior comprimento fique completamente apoiado nos montantes, Campos (2014) recomenda que as chapas sejam instaladas na vertical. Essa fixação deve ser feita com parafusos, distanciados por quinze centímetros nas laterais e trinta centímetros no meio da chapa. A autora recomenda ainda, que as placas de OSB que forem cortadas, sejam novamente seladas com algum material

impermeável, mantendo a impermeabilização existente gerada pela resina. Outro detalhe importante é a necessidade de deixar três milímetros de dilatação entre as placas na hora de parafusá-las nos perfis. Conforme citado anteriormente, as juntas das placas devem estar sempre defasadas entre si. A figura a seguir demonstra as placas OSB em fachada externa:

Figura 15 - Utilização de placas OSB em diferentes locais



Fonte: CENTER STEEL (2022). Disponível em: <https://centersteel.com.br/cases/>. Acesso em 14 Ago. 2022.

#### 2.1.10.2. PLACAS CIMENTÍCIAS

Já as placas cimentícias utilizadas no sistema Light Steel Frame, de acordo com a ABNT NBR 16790 (2022), podem ser definidas como “um produto resultante do processamento industrial de cimento Portland ou outros ligantes hidráulicos, agregados, adições ou aditivos com reforço de fibras, fios, filamentos, ou telas, com exceção de fibras de amianto”. Em outras palavras, é uma chapa formada a partir de uma massa homogênea de cimento Portland com fibras minerais e fios sintéticos, responsáveis por reforçar a estruturas das chapas. Dessa forma, esse tipo de placa garante uma alta resistência a impactos, cupins, microrganismos, além de ser resistente à umidade, o que

permite sua utilização como fechamento externo ou interno dos painéis, principalmente em áreas que podem molhar, substituindo o gesso acartonado e em áreas expostas a intempéries (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Quando forem utilizadas placas cimentícias para realizar a vedação, é importante que os montantes estejam espaçados a no máximo quarenta centímetros, visto que são chapas mais maleáveis, o que causaria maiores deformações caso seus apoios fossem muito distantes. Além disso, assim como as chapas de OSB, as chapas cimentícias dilatam consideravelmente, sendo necessário o espaçamento de três milímetros durante o plaqueamento.

As espessuras das chapas variam de seis, oito ou dez milímetros, de acordo com a função desejada. Assim como as placas de OSB, essas colaboram no contraventamento da estrutura. Segundo Bortolotto (2015), as chapas de cimento são compatíveis com o sistema LSF, uma vez que são leves, de baixa espessura, impermeáveis, incombustíveis, com boa resistência aos impactos e microrganismos, baixa condutividade térmica, além de duráveis e de aceitar diversos tipos de revestimento, como pintura, cerâmicas, pedras naturais, pastilhas, entre outros. A figura 16 apresenta uma residência com plaqueamento externo realizado com chapas cimentícias.

Figura 16 - Residência com plaqueamento externo em placa cimentícia



Fonte: FASTCON, s/d. Disponível em: <http://fastcon.com.br/steel-frame-passo-a-passo/>. Acesso em 02 Ago. 2022.

### 2.1.10.3. PLACAS DE GESSO

No sistema *Light Steel Frame*, no fechamento interno dos painéis, sejam estruturais ou não, comumente são utilizadas, também, chapas de gesso acartonado. Essas já são conhecidas no Brasil há mais tempo, tendo seu uso difundido em divisórias *drywall* – sistema de divisórias internas não estruturais, que empregam a utilização de perfis de aço galvanizado de menor espessura e forros de gesso. São compostas basicamente de gesso, que proporciona a resistência à compressão e o papel-cartão, à tração. A chapa é fabricada industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de papel-cartão (ABNT NBR 16970, 2022).

É importante distinguir entre a utilização das placas de gesso acartonado nos sistemas de *Light Steel Frame* e *drywall*. Como citado anteriormente, o *drywall* é um sistema de vedação, não estrutural, que também utiliza dos perfis U e Eu para montagem dos painéis, porém de menor espessura, que suportam apenas o peso dos fechamentos, revestimentos e de peças fixadas como quadros, armários, etc. Crasto (2005) relembra que o gesso acartonado é apenas uma das alternativas que o *drywall* pode utilizar:

Convém explicar que o termo *drywall* é empregado usualmente nos Estados Unidos e vem sendo utilizado no Brasil para se referir às divisórias de gesso acartonado com estrutura em perfil galvanizado. Porém, o termo refere-se aos componentes de fechamento utilizados na construção a seco, sendo as chapas de gesso acartonado apenas um dos inúmeros tipos de *drywall*. Dentre eles, os fechamentos das divisórias internas com placas OSB, cimentícias ou similares dos painéis constituídos de perfis galvanizados também podem ser considerados como *drywall* (CRASTO, 2005, p. 144).

Em geral, existem três principais tipos de placas de gesso acartonado: a placa *Standard* (ST), a placa resistente à umidade (RU) e a placa resistente ao fogo (RF). As chapas de gesso *standard*, conhecidas também como comuns no Brasil, são destinadas a áreas secas, sem umidade, sendo utilizadas em paredes

internas de quartos e salas, retas ou curvas, não expostas a intempéries e que não irão receber revestimento cerâmico, pois a água da argamassa colante deterioraria o material, que é bastante sensível à água, seja ela no estado de líquido, sólido ou de vapor. Por esse fato, sua utilização em fachadas externas não é recomendável.

Diante disso, foi criada a placa de gesso resistente à umidade, ou placa RU, utilizada em ambientes úmidos, como banheiros, cozinhas e lavanderias. Essas placas possuem maior resistência à água pois possuem um tratamento hidrofugante, podendo ser utilizadas em ambientes sujeitos à umidade, porém, por tempo limitado e de forma intermitente. Essas chapas apresentam coloração esverdeada. Além dela, foi desenvolvida também a placa de gesso acartonado resistente ao fogo, ou RF, utilizadas em locais onde é necessário um desempenho superior em relação aos incêndios, como em escadas de emergência e rotas de fuga, que são compostas por um material mais rígido, podendo ser resistente ao fogo por até duas horas, visto que o gesso é considerado um material não inflamável, pois não propaga chamas (LIMA, 2013). A figura a seguir apresenta uma parede executada com placas de gesso *standard*, sobre chapas de OSB, com tratamento de juntas e parafusos já executados.

Figura 17 - Placas de gesso sobre OSB com tratamento de juntas e parafusos



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

#### 2.1.10.4. PLACAS DE GESSO GLASSMAT

Diante do mal desempenho das placas de gesso acartonado perante à umidade e a sua baixa capacidade estrutural, foram criadas as placas de gesso *glassmat*, as quais consistem em “uma placa de gesso produzida com aditivos especiais e revestida nas duas faces por véu de vidro e composto polimérico. Dentre seus aditivos especiais, possui fibras de vidro aderidas ao seu núcleo, tornando a placa mais sólida, rígida e com elevada resistência. Essa composição proporciona uma alta resistência à umidade e raios UV, ótima estabilidade dimensional e evita a formação de mofo nas condições mais críticas de uso” (PLACO SAINT-GOBAIN, s/d, s/p). Assim como qualquer outra placa de fechamento, elas devem atender aos requisitos de instalação, porém, por sua estabilidade dimensional, não é necessário o espaçamento entre as chapas para dilatação. A figura 18 apresenta a utilização de uma placa *glassmat*.

Figura 18 - Placa Glasroc X com tratamento de juntas, sobre placas OSB e membrana hidrófuga



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

### 2.1.11. ISOLAMENTO TERMO/ACÚSTICO

Uma das principais características que o sistema LSF remete é o isolamento termo acústico de suas edificações. Ele é uma forma de garantir o conforto dentro de um local, impedindo que as condições externas influenciem as internas, evitando a transmissão de sons e as trocas de calor para meio externo (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Embora seja uma estrutura leve, as construções em LSF podem fornecer excelentes propriedades isolantes, baseado em um conceito de multicamadas que combina folhas de vedação leves e preenche os espaços entre elas com material isolante. O nível de isolamento necessário pode ser ajustado em função do tipo de material utilizado e da sua espessura. (SANTIAGO, 2008).

A Norma de Desempenho ABNT NBR 15575 (2013) e, mais recentemente, a Norma de *Light Steel Framing*, ABNT NBR 16970 (2022) estabelecem os níveis de redução que cada parede e tipo de material deve atender, ficando a critério do projetista a escolha de quais tipos serão utilizados, combinando os isolantes minerais com as placas de vedação para atingir os níveis mínimos exigidos pelas Normas. As lãs minerais podem ainda ser aplicadas no forro e na cobertura, melhorando o desempenho da edificação. Em geral, há três tipos principais de isolantes utilizados: lã de vidro, lã de pet e lã de rocha. Essas, segundo Bortolotto (2015), “devem sua capacidade de absorver ruídos à sua própria porosidade: quando a fibra entra em contato com uma onda sonora, ocorre uma fricção que converte parte da energia sonora em calor, reduzindo, assim, a intensidade do som”.

O isolamento térmico tem como propósito cuidar as perdas de calor no inverno e os ganhos no verão, devendo ser avaliado simultaneamente as trocas térmicas dinâmicas que ocorrem nos ambientes (BORTOLOTTI, 2015). Isolamentos térmicos eficientes, além de trazer conforto ao usuário, promovem a sustentabilidade, uma vez que reduzem o consumo de energia dentro da edificação. É importante ressaltar também que é possível fazer uso do isolamento térmico pelo lado externo da residência com o sistema EIFS - *Exterior Insulation Finish Systems*, que será abordado posteriormente.



### 2.1.12. INSTALAÇÕES PREDIAIS

Em relação às instalações, essas, tanto elétricas como hidráulicas, no sistema LSF, são executadas com facilidade, uma vez que os perfis estruturais possuem furos, por onde as canalizações e eletrodutos são introduzidos, com velocidade e segurança, sem sujeira nem necessidade de abrir buracos em paredes. Nesses encontros das tubulações com os perfis, é recomendado a instalação de anéis de plástico a fim de evitar que possíveis vibrações existentes nas tubulações sejam repassadas aos perfis, além de proteger a tubulação contra possíveis danos causados pelos painéis com o tempo (CAMPOS, 2014). A figura 20 apresenta eletrodutos elétricos instalados em uma parede de LSF.

Figura 19 - Instalações elétricas em painel de LSF



Fonte: VIVIAN (2011)

Os materiais utilizados nas instalações elétricas e hidrossanitárias são os mesmos utilizados nas construções tradicionais. No entanto, para sistemas construtivos em LSF, recomenda-se tubo flexível PEX para instalação hidráulica,

assim como eletroduto de fio de polietileno para a parte elétrica, pois, além de serem flexíveis, permitem instalação rápida e menor interferência na estrutura, evitando o uso de peças para fazer curvas.

Figura 20 - Instalação hidráulica em PEX



Fonte: FASTCON. Disponível em: <http://fastcon.com.br/steel-frame-passo-a-passo/>. Acesso em 02 Ago. 2022.

Tanto para o projeto elétrico quanto para o hidráulico é essencial que haja a compatibilização dos projetos, de maneira a evitar os cortes e perfurações na estrutura. Neste caso, Lima (2013) recomenda a polarização de áreas frias, a diminuição do número de prumadas e a criação de paredes técnicas para facilitar

a manutenção. É importante lembrar, também, de deixar as esperas para essas instalações executadas no radier.

### 2.1.13. REVESTIMENTOS

Em geral, após os fechamentos dos painéis, quaisquer tipos de revestimento podem ser utilizados no sistema *Light Steel Frame*. Assim como em construções convencionais, devem ser tomados alguns cuidados com o propósito de garantir a qualidade e durabilidade do revestimento aplicado. Os principais revestimentos utilizados são: pintura, revestimentos cerâmicos, revestimentos modulares e o EIFS.

Para executar a pintura das edificações em LSF recomenda-se que, antes de executá-la, seja feita a aplicação do *basecoat*, que consiste em uma camada de base cimentícia, reforçada com a aplicação de tela de vidro, que irá fazer o tratamento das juntas das placas, evitando fissurações. Após o tratamento das juntas, as placas tornam-se uma superfície única, permitindo a aplicação uniforme das tintas. Sobre os revestimentos cerâmicos, é importante ter cuidado na escolha das argamassas colantes e rejunte, pois, pela movimentação do sistema LSF, pode ser ocasionado o surgimento de fissuras nas cerâmicas, porcelanatos e pastilhas. Esses materiais devem ser flexíveis, capazes de absorver essas movimentações, sendo recomendado o uso de argamassa colante ACIII. A figura 22 apresenta uma fachada de LSF com porcelanato.

Figura 21 - Porcelanato aplicado na fachada



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

Ainda sobre os revestimentos, um sistema muito utilizado em construções a seco são os revestimentos modulares, com destaque para o *siding vinílico*, que consiste em um revestimento em PVC, aparafusado nas placas após a instalação das membranas hidrófugas. São encontrados em réguas e possuem uma série de componentes que garantem um bom acabamento. Além deles, destaca-se o uso das placas de alumínio e os *siding* de OSB e cimentício. A figura 23 apresenta uma fachada de residência em LSF revestida com *siding* vinílico.

Figura 22 - Residência executada com *siding* vinílico na fachada



Fonte: MAGALHÃES (2013)

Recentemente, tem-se aumentado a utilização do sistema EIFS – *Exterior Insulation Finishing System* – que consiste em um sistema de revestimento e isolamento térmico exterior para fachadas. O sistema é formado pelos seguintes componentes: placa (OSB, cimentícia ou *glassmat*), membrana contra umidade, polietireno expandido (EPS), popularmente conhecido como isopor, e massa niveladora com telas de reforço. Este sistema apresenta grande durabilidade e não fissa igual os outros revestimentos e, além disso, através da utilização do EPS, garante à edificação um conformo térmico muito superior. Ainda pode-se citar o leve peso e a facilidade de instalação como vantagens do sistema.

Figura 23 - Aplicação do EPS na fachada



Fonte: SUL MÓDULOS, s/d. Disponível em <https://www.sulmodulos.com.br/sistema-eifs-revestimento-termico-steel-frame/>.

Acesso em 7 Ago. 2022.

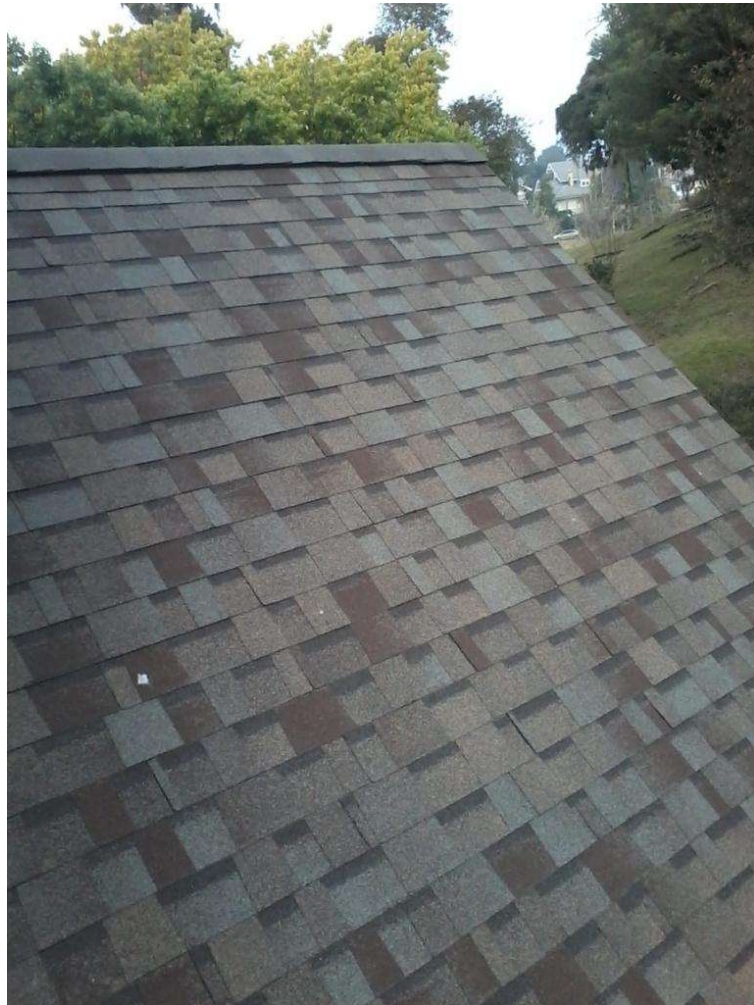
#### 2.1.14. COBERTURA

A cobertura é a parte de uma edificação projetada para proteger o local das intempéries e também serve uma função estética. Os telhados podem variar de telhados planos simples a projetos mais complexos com grandes áreas de interseção de água ou planos inclinados. Além disso, os telhados inclinados atuam como reguladores térmicos que cobrem o ambiente e, se executados adequadamente, podem ser excelentes isolantes térmicos. Tal como acontece com as construções tradicionais, a versatilidade do sistema *Light steel framing* permite a execução dos mais diversos projetos de coberturas. (Santiago; Freitas; Crasto, 2012).

Além das cargas permanentes, do seu peso próprio e do revestimento utilizado, é necessário considerar cargas acidentais, como os forros suspensos, cargas de vento e até mesmo neve, além das cargas devido a futuras manutenções. Há uma grande variedade de soluções estruturais, executadas com aço galvanizado, entre elas as coberturas planas, inclinadas, estruturadas com caibros e vigas e as estruturadas com tesouras ou treliças. (CAMPOS, 2014).

As coberturas planas geralmente são solucionadas através de uma laje úmida onde a inclinação para o caimento de água é obtida variando a espessura do contrapiso de concreto. Já para as coberturas inclinadas, diversos tipos de telhas podem ser utilizados no sistema LSF, desde as cerâmicas até as metálicas e asfálticas. O telhado asfáltico é mais indicado para a utilização com o sistema, uma vez que são mais leves e com grande durabilidade. Essas telhas são conhecidas como *shingle*, sendo necessário uma subestrutura onde as telhas são pregadas. Após a execução da estrutura do telhado, são instaladas placas OSB, protegidas por uma manta de impermeabilização, onde as telhas ficarão apoiadas (CAMPOS, 2014). As figuras a seguir apresentam coberturas executadas com telhas *shingle*.

Figura 24 - Cobertura de telha single



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

Figura 25 - Detalhe da membrana asfáltica em telha *shingle*



Fonte: CRASTO (2005)

#### 2.1.15. ESCADAS

O sistema LSF dispõe da possibilidade de construção de escadas, além de diversas opções para a sua execução, com diferentes formas de construir. Duas soluções são mais comumente utilizadas. A primeira delas é a escada com viga caixa inclinada, que consiste em dois (ou mais) perfis Ue aparafusados um ao outro, formando uma viga, a qual servirá como guia aos degraus. Para os degraus, utiliza-se uma guia dobrada nas dimensões do degrau, que é parafusada na viga. O conjunto de duas vigas com as guias dobradas perpendiculares forma a escada.

A solução comumente adotada é a escada com painéis escalonados e painéis degraus, onde o painel escalonado é montado como um único painel, com uma guia inferior contínua para todos os montantes e painéis dispostos na horizontal servindo como base para o degrau. Para formar o piso, é instalado



sobre ele uma chapa de OSB e, se desejado, um contrapiso. As figuras a seguir apresentam a escada com viga caixa inclinada e uma escada com degraus escalonados.

Figura 26 - Escada com viga caixa inclinada



Fonte: BORTOLOTTI, 2015

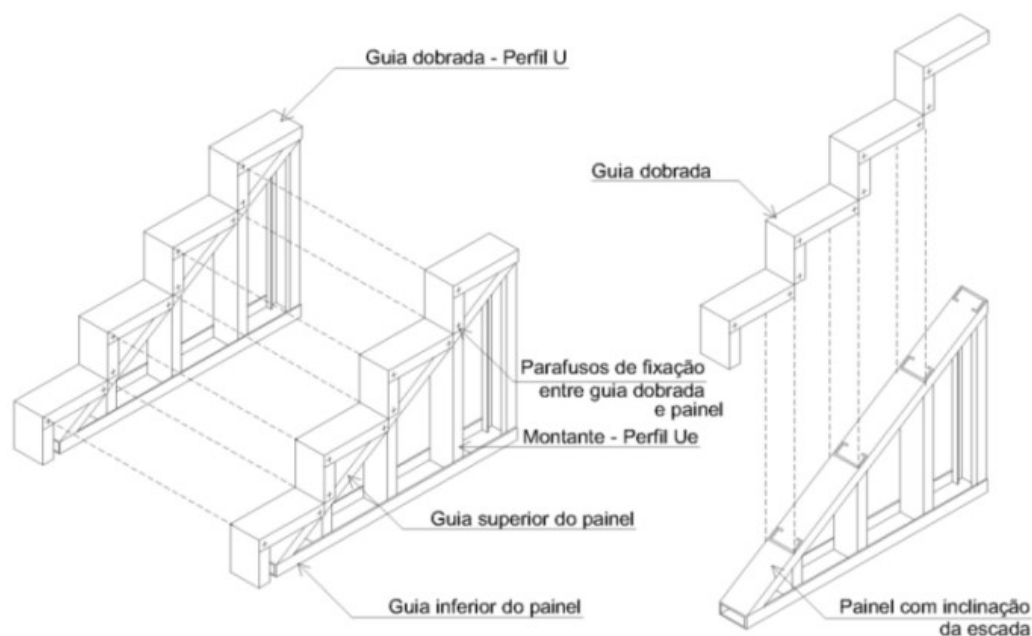
Figura 27 - Escada com painéis escalonados e painéis de degrau



Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2022)

Além dessas, outra forma bastante utilizada para executar as escadas no sistema LSF é através de painéis com inclinação e uma guia-degrau utilizando perfis U dobrados, que formarão os degraus. O piso é realizado da mesma forma que citado anteriormente, com chapas OSB.

Figura 28 - Escada feita com painel inclinada



Fonte: CRASTO (2005)

Após realizar um panorama em relação ao sistema *Light Steel Frame*, serão realizadas considerações sobre a Norma Brasileira de LSF - NBR ABNT 16970 (2022).

## 2.2. NORMA BRASILEIRA DE LIGHT STEEL FRAMING

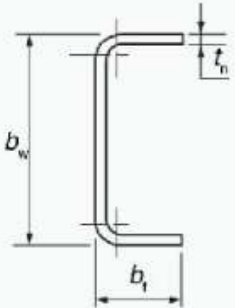
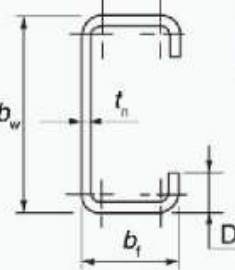
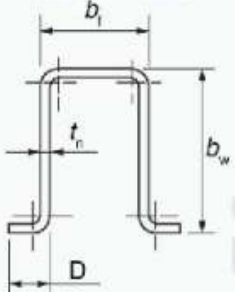
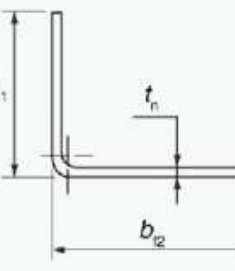
No dia 23 de maio de 2022 foi publicada a primeira edição da Norma Brasileira referente ao sistema *Light Steel Framing*, a ABNT NBR 16970: *Light Steel Framing* – Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamento em chapas delgadas (2022). Em sua primeira edição, a norma foi dividida em três partes: Desempenho; Projeto Estrutural; e Interfaces entre sistemas. Sabe-se que está sendo desenvolvida, ainda, uma Parte 4 da referida Norma, que irá reportar-se especificamente às fachadas das edificações de LSF. No mesmo caminho, aguarda-se a publicação da Norma Brasileira de *Wood Frame*, sistema precursor do LSF.

A Norma destina-se ao uso do Sistema *Light Steel Framing* em edificações residenciais (unifamiliares ou multifamiliares) e não residenciais de até dois pavimentos. Muito aguardada pelas indústrias e simpatizantes ao sistema, a Norma tem a função de regulamentar as construções em LSF no Brasil, garantindo um nível de qualidade mínimo dos materiais a serem utilizados, bem como especificando o desempenho que cada parte do sistema deve atingir, garantindo, dessa forma, maior qualidade e padronização das edificações. Além disso, a Norma deverá facilitar o financiamento das construções em LSF perante os órgãos públicos, como a Caixa, uma vez que, embasada pela Norma, o sistema *Light Steel Framing* é considerado como um sistema convencional. Tudo isso deverá colaborar para o crescimento do Sistema no Brasil.

#### 2.2.1. PARTE 1 - DESEMPENHO

Em relação à parte 1, sobre o desempenho, a Norma define os requisitos para os componentes do sistema *Light Steel Framing*. Primeiramente, a Norma define os termos e materiais utilizados no Sistema. Após citar que os elementos de fundações devem ser projetados conforme as características dos solos e projetos estruturais da edificação, garantindo a estanqueidade e impossibilitando a percolação de água pelas fundações, atendendo a ABNT NBR 15575: 2013, a Norma estabelece alguns requisitos dos materiais a serem utilizados no sistema LSF. Destaca-se a seguir a figura que contém uma tabela, a qual designa os perfis básicos com suas seções transversais e as devidas utilizações no sistema.

Figura 29 - Tabela retirada da ABNT 16970 com os perfis básicos de LSF

Seção transversal	Designação ABNT NBR 6355	Utilização
	<p>U simples U <math>b_w \times b_f \times t_n</math></p>	<p>Guia Ripa Bloqueador Sanefa Terça</p>
	<p>U enrijecido Ue <math>b_w \times b_f \times D \times t_n</math></p>	<p>Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga Terça Guia enrijecida (sistema com encaixes estampados)</p>
	<p>Cartola Cr <math>b_w \times b_f \times D \times t_n</math></p>	<p>Viga Ripa Terça</p>
	<p>Cantoneira de abas desiguais L <math>b_{f1} \times b_{f2} \times t_n</math></p>	<p>Cantoneira</p>

Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 1 (2022)

Em seguida, a Norma apresenta, também, uma tabela especificando a “zincagem”, ou seja, a massa mínima de revestimento de galvanização que os

perfis devem ser submetidos, conforme o ambiente em que serão utilizados. Além disso, especifica as espessuras mínimas nominais dos perfis, lembrando que a espessura nominal é a espessura do perfil descontando a espessura do revestimento galvanizado. A figura 31 demonstra algumas informações a respeito dessa questão:




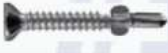






Figura 30 - Zincagem mínima para os perfis de LSF

Resistência mínima ao escoamento	Aço estrutural – 230 MPa, conforme ABNT NBR 7008-1	
Tipo de revestimento e ambiente	Perfis estruturais	
	Massa mínima do revestimento <sup>a</sup> g/m <sup>2</sup>	Designação do revestimento conforme
Zincado por imersão a quente em ambiente urbano e rural	275	Z275 (ABNT NBR 7008-1)
Zincado por imersão a quente em ambiente agressivo marinho <sup>b</sup>	350	Z350 (ABNT NBR 7008-1)
Espessura nominal dos perfis ( $t_n$ )		
Perfis U simples ou enrijecidos, cartola e cantoneira	3,0 mm $\geq t_n \geq$ 0,80 mm (ABNT NBR 15253)	
Perfil cartola usado como ripa	$t_n \geq$ 0,65 mm	
Aberturas sem reforços devem ser realizadas de acordo com o descrito na ABNT NBR 15253.		
NOTA 1 $t_n$ é considerada a espessura total da chapa de aço, sendo a espessura do metal-base adicionado à espessura do revestimento metálico.		
NOTA 2 Em ambientes industriais agressivos, recomenda-se estudos específicos.		
<sup>a</sup> A massa mínima se refere ao total nas duas faces (média do ensaio triplo) e sua determinação deve ser conforme a ABNT NBR 7008-1.		
<sup>b</sup> Ambientes marinhos são aqueles distantes da orla marinha até 2 000 m ou com qualquer concentração de cloreto (Cl-) medidos pela ABNT 6211.		

Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 1 (2022)





Dando seguimento, a ABNT NBR 16970-1: 2022 discorre sobre os elementos de fixação, ancoragens e suportes, responsáveis por fazer a união entre os diversos elementos construtivos presentes no Sistema, como os perfis estruturais, fixação das vedações, subcoberturas, montagens elétricas e hidráulicas, esquadrias, etc. Esses elementos devem garantir a união dos perfis e demais substratos sem sofrer deformações e rupturas. As figuras a seguir contêm tabelas, as quais apresentam os tipos de parafusos e suas aplicações:

Figura 31 - Tipos de parafusos e suas aplicações

Tipo de parafuso	Aplicação
Cabeça flangeada com ponta de broca  Cabeça sextavada com ponta de broca 	Parafusos aplicados entre perfis metálicos LSF de espessura igual ou superior a 0,80 mm
Cabeça flangeada com ponta de agulha 	Parafusos aplicados entre perfis metálicos LSF pré-furados de espessura igual ou superior a 0,80 mm
Cabeça chata dentada com ponta de broca e asas ou aletas 	Parafusos para fixação das vedações externas ou internas de alguns tipos de chapas de fibrocimento <sup>a</sup> em perfil de aço
Cabeça chata escariante com ponta de broca sem asas ou aletas 	Parafusos para fixação das vedações externas ou internas (OSB, cimentícia <sup>a</sup> ) em perfil de aço
Cabeça trombeta com ponta de broca 	Parafusos para fixação das chapas <i>drywall</i> em perfil de aço
Cabeça chata dentada de rosca dupla (HI-LO) com ponta agulha 	Parafusos para fixação de chapa cimentícia <sup>a</sup> somente sobre a chapa OSB
	
Cabeça trombeta de rosca grossa com ponta agulha 	Parafusos para fixação de chapa <i>Drywall</i> foram desenvolvido para a aplicação em perfis de madeira
Cabeça sextavada flangeada com arruela de vedação fixa ou móvel, e ponta de broca 	Parafusos aplicados para fixação de telhas metálicas à estrutura da subcobertura.

Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 1 (2022)

Figura 32 - Tipos de parafusos e suas aplicações (continuação)

Tipo de parafuso	Aplicação
Conjunto de haste com porca e arruela de vedação 	Parafusos para fixação de telhas de fibrocimento ou PVC à estrutura da subcobertura <sup>a b</sup>
Cabeça sextavada flangeada com arruela de vedação 	Parafusos para fixação de telhas de fibrocimento à estrutura da subcobertura <sup>a</sup>
Cabeça chata dentada com ponta de broca e asas/aletas 	Parafusos para fixação horizontal de painel composto para pisos <sup>b c</sup>
Tipo de prego	Aplicação
Pregos lisos ou anelados com cabeça chata 	Fixação de telhas tipo <i>Shingle</i> nas chapas OSB fixadas à subcobertura.
<sup>a</sup> Verificar a indicação do fabricante da chapa. <sup>b</sup> Resistência à torção, conforme a BS EN 14566. <sup>c</sup> Para fixação em paredes e lajes de concreto, pode-se utilizar bucha e parafuso para montagem, desde que estes atendam aos critérios dos fixadores para o sistema <i>light steel framing</i> .	

Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 1 (2022)

Logo após, são citados pela Norma os componentes de fechamento e revestimento verticais de vedação, abordando as chapas de fibrocimento sem amianto, chapa de gesso para *drywall*, chapa de gesso revestida com fibra de vidro, OSB e compensado. A Norma apresenta os requisitos mínimos aos quais esses materiais devem atender, apresenta as principais utilizações de cada um deles, além de remeter às outras Normas que tais materiais devem satisfazer. As principais obrigações que a Norma impõe aos componentes é no que se refere a resistência mecânica, permeabilidade à água, durabilidade, dilatação, dureza, absorção de água, combustibilidade, resistência a ataques de microrganismos, entre outras (ABNT NBR 16970-1: 2022). Salienta-se que não é objetivo deste trabalho a apresentação desses valores.

Na sequência, são tratados os *sidings*, sejam cimentícios, de PVC ou OSB. São então apresentadas pela Norma as exigências aos *basecoats* e

apresentado o sistema EIFS, definido como um sistema de revestimento e isolamento térmico exterior para fachadas, fixados sobre um substrato. A Norma impõe que o Sistema EIFS atenda aos requisitos de desempenho conforme a ABNT NBR 15575: 2013 (ABNT NBR 16970-1: 2022).

Após isso, a Norma traz os componentes de fechamento de vedação horizontal, responsáveis por constituir os sistemas de piso de lajes secas, como as chapas de fibrocimento, OSB e *drywall*. Ela afirma ainda, que se as lajes utilizarem elementos de concreto, sejam moldados *in loco* ou pré-moldados, esses devem atender às suas respectivas Normas. Na sequência, a Norma remete-se aos isolantes térmicos e acústicos, utilizados nos sistemas de vedações internas e externas, sistemas de piso e de cobertura. Dentro deles, são citados a banda acústica, barreiras de vapor e umidade, EPS e XPS, além das lãs de PET, vidro e de rocha (ABNT NBR 16970-1: 2022).

Finalizando a primeira parte da ABNT NBR 16970: 2022, há um capítulo dedicado aos requisitos de desempenho que os sistemas devem ter. Em geral, para cada um desses sistemas, são referenciadas outras normativas específicas as quais os mesmos se remetem. Os itens levantados foram:

- Sistema de estrutura
- Sistema de vedações verticais
  - Resistência a impactos de corpo mole
  - Resistência às solicitações de cargas suspensas
  - Resistência a impactos de corpo duro
  - Solicitações transmitidas às paredes pelas portas
  - Segurança contra incêndio
  - Estanqueidade à água
  - Desempenho térmico
  - Desempenho acústico
  - Durabilidade e manutenibilidade
- Subsistema de piso
  - Resistência a impactos de corpo mole
  - Resistência a impactos de corpo duro
  - Solicitações de cargas verticais concentradas



- Desempenho estrutural frente à incêndios
- Estanqueidade
- Desempenho acústico
- Subsistema de cobertura
  - Resistência a impactos de corpo mole
  - Resistência a impactos de corpo duro
  - Cargas concentradas na estrutura – montagem ou manutenção
  - Cargas concentradas acessíveis aos usuários
  - Resistência às cargas suspensas de forros
  - Desempenho estrutural frente à incêndios
  - Estanqueidade
  - Impermeabilidade
  - Desempenho térmico
  - Desempenho acústico
- Durabilidade
- Manutenibilidade da edificação

Dentro desses requisitos, pode-se destacar que a Norma estipula, para o projeto e execução dos sistemas LSF uma vida útil de projeto (VUP) de no mínimo cinquenta anos para a estrutura e vedação externa e de vinte anos para a vedação interna, igual aos períodos sugeridos pela ABNT NBR 15575: 2013. É importante lembrar que esse período é válido se a edificação for submetida às manutenções preventivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.

De acordo com a ABNT NBR 16970-1 (2022), “o manual deve ser estabelecido pelo responsável pelo projeto e execução da obra, especificando o programa de manutenção a ser adotado, com os procedimentos necessários e materiais a serem empregados em limpezas, serviços de manutenção preventiva e reparos ou substituições de materiais e componentes. Além disso, devem existir informações importantes sobre as condições de uso, como fixação de peças suspensas nas paredes, localização das instalações, formas de realizar inspeções e manutenções nessas instalações, eventuais restrições de uso, cuidados necessários com ação de água nas bases de fachadas e de paredes internas de áreas molháveis, entre outras informações pertinentes ao uso desse

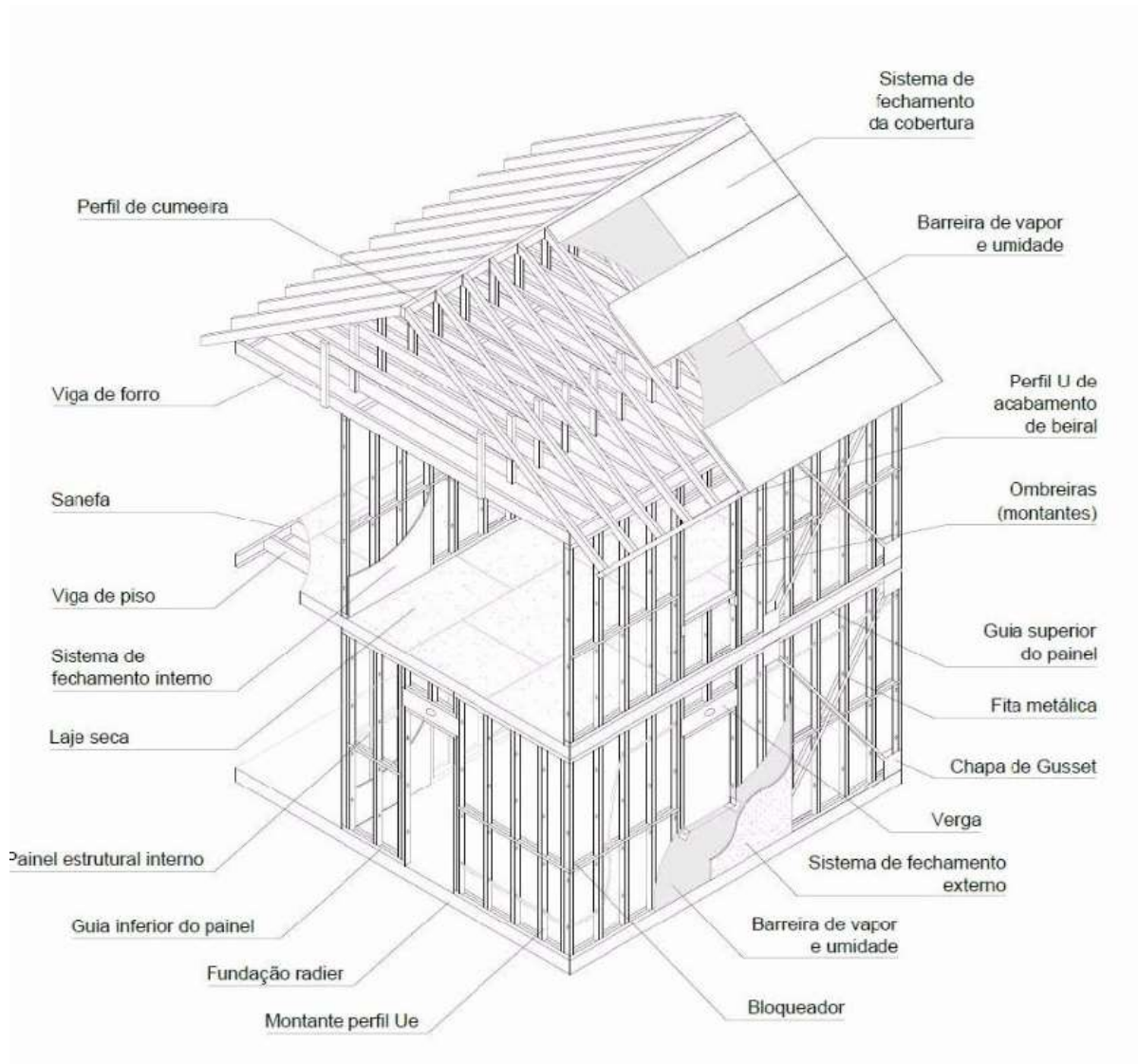
sistema”. Os demais itens se remetem a Normativas específicas, e, principalmente, à Norma de Desempenho – ABNT NBR 15575: 2013.

### 2.2.2. PARTE 2 – PROJETO ESTRUTURAL

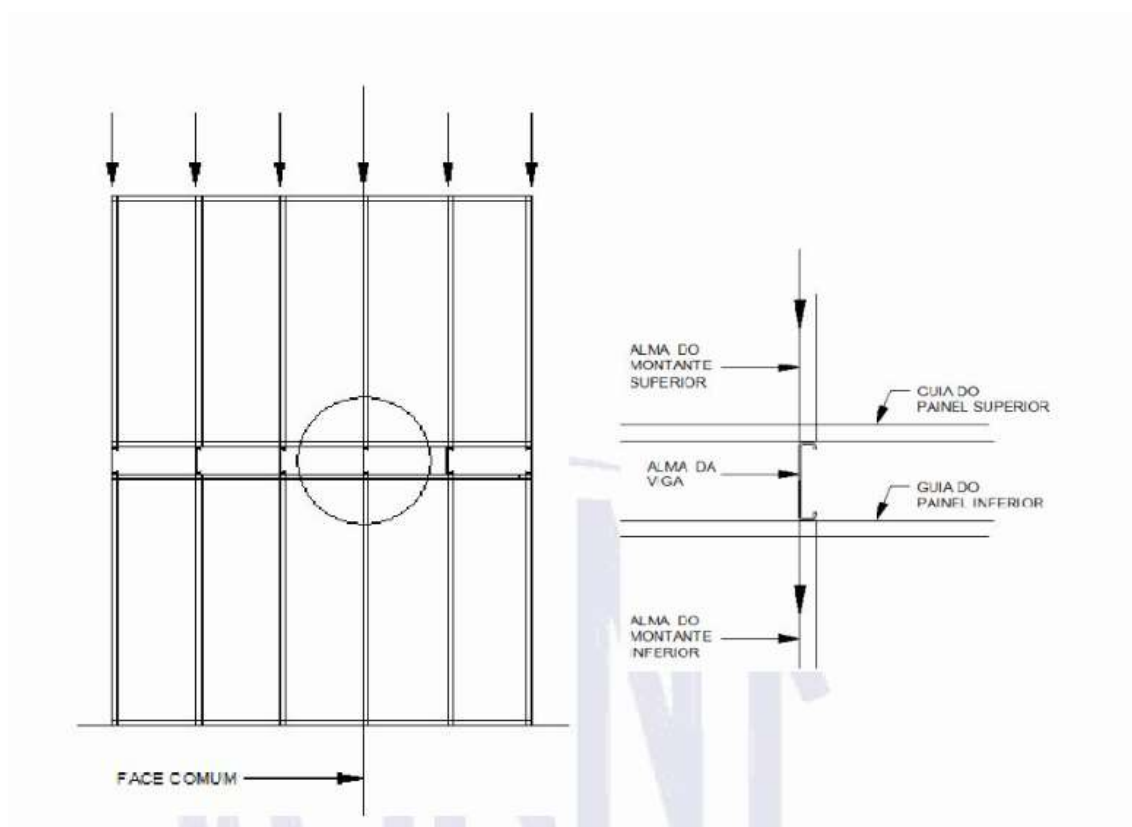
A segunda parte da Norma Brasileira de *Light Steel Frame* diz respeito ao projeto estrutural e estabelece os requisitos gerais para projeto e dimensionamento das estruturas de aço que integram o sistema, baseada no método dos estados-limites especificados na ABNT NBR 14762: 2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Os componentes principais para o sistema estrutural do LSF são: perfis, elementos de fixação, contenção lateral, ancoragens e seus suportes, fitas metálicas, chapas de *gousset*, além das placas estruturais e de vedação, como elementos auxiliares. (ABNT NBR 16970-2: 2022)

Segundo a Norma, a estrutura do sistema construtivo *Light Steel Framing* é constituída por perfis esbeltos de aço revestido, dispostos em uma modulação submúltipla das dimensões das placas que farão o revestimento da estrutura, formando painéis que têm comportamento estrutural. Ela lembra ainda que os montantes dos painéis do pavimento superior devem estar alinhados com os montantes do pavimento inferior, com as vigas de entrepisos e com a estrutura do telhado (o que caracteriza o termo *in-line framing*) (ABNT NBR 16970-2: 2022). A figura 34 apresenta os principais componentes estruturais do *Light Steel Frame*. A seguir, a figura 35 demonstra o conceito *in-line framing*.

Figura 33 - Principais componentes estruturais do Light Steel Frame



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

Figura 34 - Conceito *in-line framing*

Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

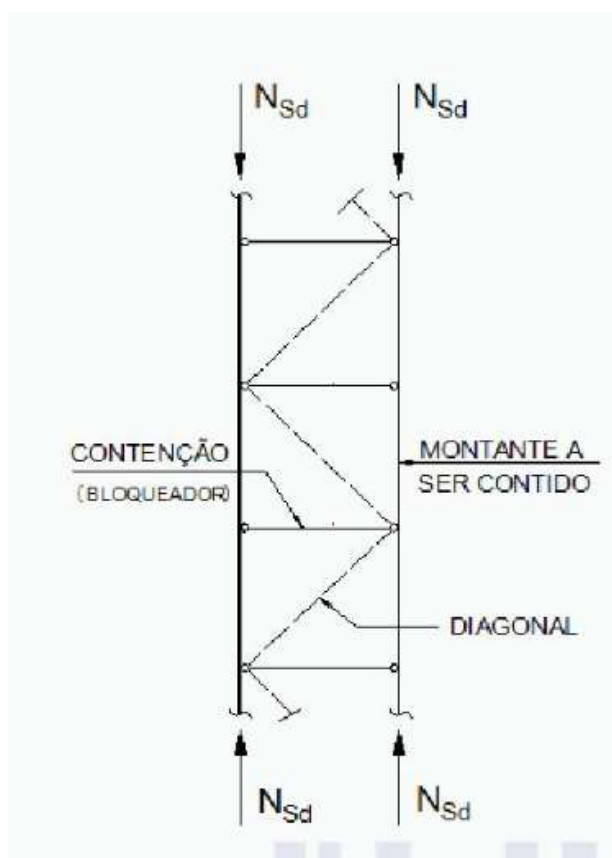
Após apresentar os conceitos de cada um dos componentes estruturais existentes no sistema, a Norma estabelece as excentricidades toleradas, ou seja, o desalinhamento entre os perfis que estejam em uma mesma prumada, com valores variando de vinte a trinta milímetros, dependendo do caso. Se houver desalinhamentos com valores superiores, devem ser utilizadas vigas de transição. Na sequência, são expostos os elementos existentes em uma cobertura, tanto a parte da cobertura como a estrutura da mesma (ABNT NBR 16970-2: 2022).

Mais adiante, a Norma apresenta os requisitos do projeto, que, segundo a mesma define, é o conjunto de especificações, cálculos estruturais e desenhos da fabricação, da montagem e dos componentes. Ela declara ainda que as estruturas devem ser concebidas, calculadas e detalhadas atendendo os atributos de construtibilidade, segurança e utilização, atendendo a todas as combinações de ações possíveis de ocorrer durante a construção e utilização da

estrutura, atendendo os estados limites último e de serviço, estabelecidos pela ABNT NBR 14762: 2010 (ABNT NBR 16970-2: 2022).

Após falar sobre o projeto, a Norma abrange os materiais a serem utilizados, citando as resistências de ruptura e escoamento às quais os aços e parafusos utilizados devem atender, além de relacionar com a ABNT NBR 14762: 2010 os requisitos que outros materiais, bem como as ligações entre eles, devem observar. Logo depois, são apresentados os cuidados com a ancoragem da estrutura nas fundações, seja ela com adesivos químicos ou mecanicamente. A seguir, serão tratadas a resistência e rigidez das contenções laterais dos montantes e vigas. Essas contenções, chamadas de bloqueadores, devem ser instaladas perpendicularmente ao elemento a ser contido. São apresentadas formas para calcular as resistências e rigidez dos elementos e especificados os limites, que não podem ser ultrapassados (ABNT NBR 16970- 2: 2022). A figura 36 apresenta um exemplo de montante sendo contido:

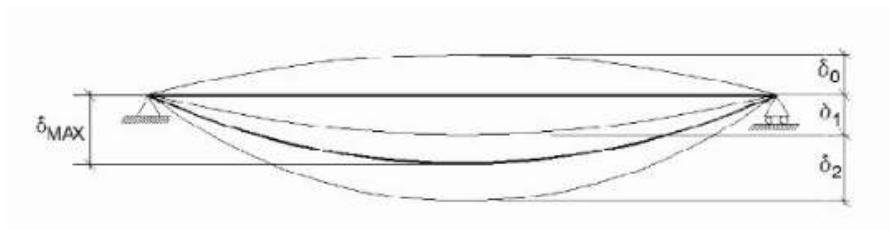
Figura 35 - Exemplo de montante sendo contido



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

Posteriormente, são discutidos sobre os deslocamentos máximos verticais (flechas) e horizontais permitidos em uma estrutura de *Light Steel Framing*, para a verificação do estado-limite de serviço de deslocamentos excessivos. A figura 37 demonstra as flechas na estrutura, com uma viga biapoiada.

Figura 36 - Flechas na estrutura



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

Para os deslocamentos horizontais, deve ser realizada a análise por métodos de segunda ordem e comparar com os valores da ABNT NBR 8800: 2008. Em relação às flechas, apresentadas anteriormente, a Norma exibe uma tabela estabelecendo os limites, os quais podem ser visualizados na figura a seguir:

Figura 37 - Flechas máximas permitidas

Descrição	$\delta^a$
Travessas de fechamento	$L/180^b$
	$L/120^{c, d}$
Terças de cobertura <sup>g</sup>	$L/180^e$
	$L/120^{f, i}$
Vigas de cobertura <sup>g</sup>	$L/250^h$
Sistema de piso	$L/350^h$
Vigas que suportam pilares ou painéis de parede	$L/500^h$
Edifícios:	
— Deslocamento horizontal do topo dos pilares ou painéis de parede em relação à base	$H/400$
— Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	$h/500^j$
— Deslocamento horizontal, no meio do painel, em relação às extremidades	$h/300$
<p><sup>a</sup> <math>L</math> é o vão teórico entre os apoios ou o dobro do comprimento teórico do balanço, <math>H</math> é a altura total do pilar (distância do topo à base) ou a distância do nível da viga de rolamento à base, <math>h</math> é a altura do andar (distância entre os centros das vigas de dois pisos consecutivos ou entre os centros das vigas e a base, no caso do primeiro andar).</p> <p><sup>b</sup> Deslocamento paralelo ao plano do fechamento (entre linhas de tirantes, caso estes existam).</p> <p><sup>c</sup> Deslocamento perpendicular ao plano do fechamento.</p> <p><sup>d</sup> Considerar apenas as ações variáveis perpendiculares ao plano de fechamento (vento no fechamento), com seu valor característico.</p> <p><sup>e</sup> Considerar combinações raras de serviço, utilizando-se as ações variáveis de mesmo sentido que o da ação permanente.</p> <p><sup>f</sup> Considerar apenas as ações variáveis de sentido oposto ao da ação permanente (vento de sucção), com seu valor característico.</p> <p><sup>g</sup> Evitar a ocorrência de empoçamento, com atenção especial aos telhados de pequena declividade.</p> <p><sup>h</sup> Caso haja paredes de alvenaria sobre ou sob uma viga, solidarizadas com essa viga, o deslocamento vertical também não pode exceder 15 mm.</p> <p><sup>i</sup> Considerar combinações raras de serviço.</p> <p><sup>j</sup> Levantar em conta apenas o deslocamento provocado pelas forças cortantes no andar considerado, desprezando-se os deslocamentos de corpo rígido provocados pelas deformações axiais dos pilares e vigas.</p>	

Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 2 (2022)

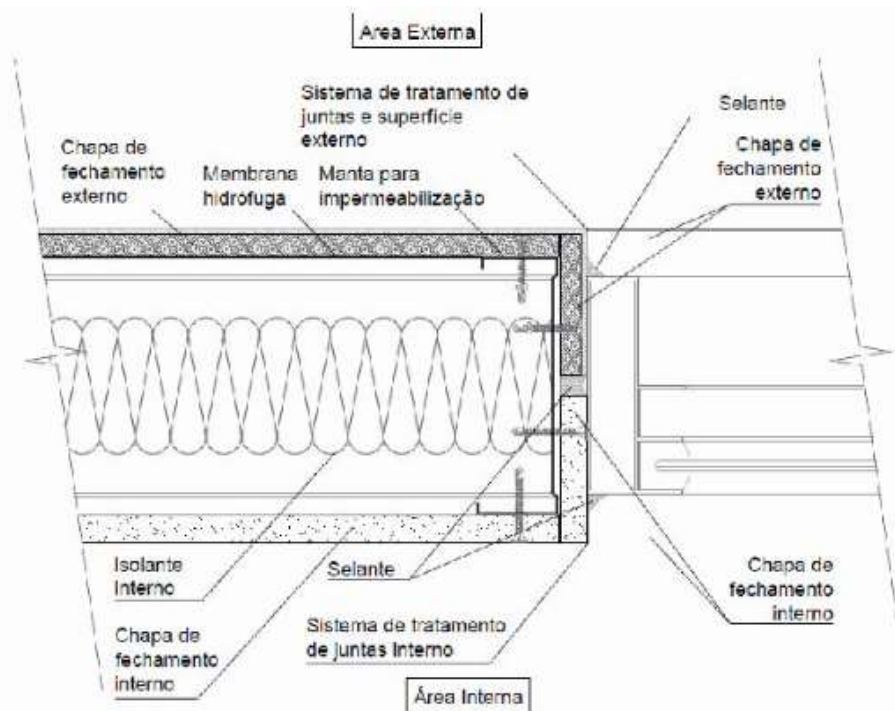
Passa-se a tratar, então, sobre as vibrações em pisos, por ser uma estrutura de pouca massa e amortecimento reduzido, os pisos do sistema podem estar sujeitos a vibrações maiores, que causem certo desconforto ao usuário. A seção dedica-se a fazer uma análise dinâmica das estruturas de pisos submetidos a ações induzidas por pessoas ou multidões. São demonstradas equações a fim de avaliar a resposta de pisos provocada pelo caminhar de pessoas e para carregamentos mais complexos, além dos critérios de aceitabilidade, em função da ocupação do piso. A Norma afirma que para avaliar esse estado-limite de serviço, a combinação frequente de serviço deve ser empregada. Por fim, é tratada a ressonância nos pisos (ABNT NBR 16970- 2: 2022).

### 2.2.3. PARTE 3 – INTERFACE ENTRE SISTEMAS

A terceira parte da ABNT NBR 16970: 2022 expõe as interfaces entre sistemas, ou seja, as determinações e os detalhes construtivos para interfaces entre sistemas. Ela afirma que “os subsistemas convencionais, como fundações, esquadrias, instalações hidráulicas, elétricas e demais elementos ou componentes convencionais não são objeto dessa norma, porém devem ser consideradas as interfaces entre subsistemas, como interfaces entre paredes e pisos, externos e internos, entre paredes e esquadrias, entre paredes ou pisos e instalações”. (ABNT NBR 16970- 3: 2022)

Sendo, talvez, uma das principais causas de problemas das edificações, a primeira interface trazida pela Norma é entre paredes e esquadrias (tratando de questões como como fissuras e infiltrações). A Norma sugere alguns cuidados na instalação das esquadrias, como envelopar os vãos com materiais específicos e prever inclinação mínima de 5% nos peitoris, entre outros. A figura a seguir apresenta o detalhamento da interface esquadria-vedação:

Figura 38 - Interface esquadria-vedação

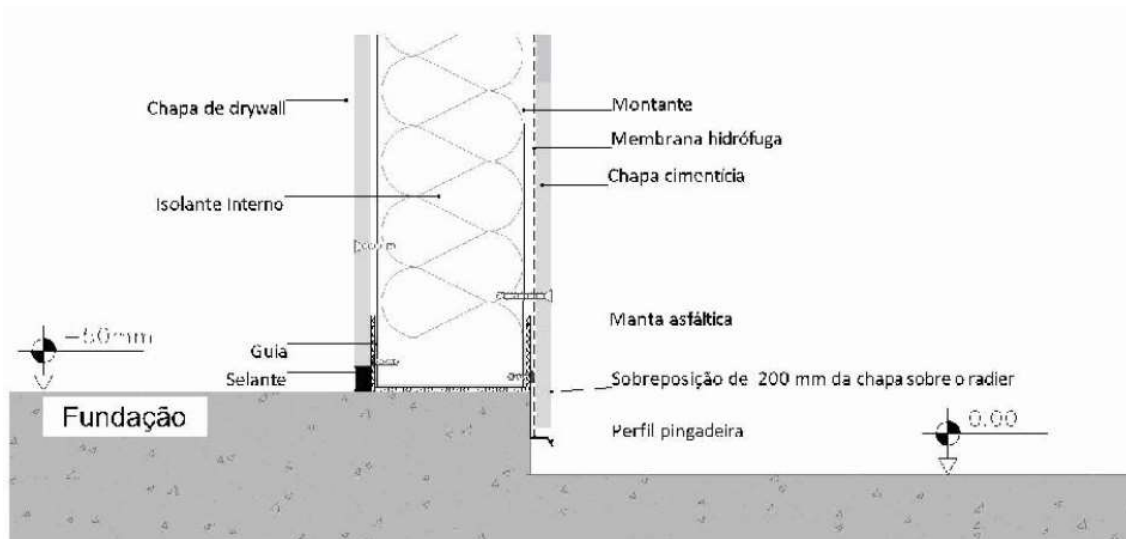


Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 3 (2022)



A seguir é apresentada a interface entre as paredes, instalações e fundação, considerando os recuos para execução de pingadeiras, rebaixos e a ancoragem das estruturas na fundação. A Norma cita a necessidade de projetos de impermeabilização a serem adotados para as fundações, assegurando a estanqueidade quanto à umidade ascendente. Ela afirma que toda a estrutura em contato com a fundação deve ser envelopada com manta asfáltica ou algum outro impermeabilizante, com alturas distintas conforme o uso da área. Ela expõe ainda cuidados quanto a planicidade da fundação, a fim de não gerar desníveis na instalação das guias, cuidados com as calçadas ao redor do radier, além de atenção durante o posicionamento das instalações no radier, garantindo a precisão das mesmas.

Figura 39 - Detalhe do encontro da parede com o radier e calçada



Fonte: ABNT NBR 16970 – Parte 3 (2022)

Para Sistemas mistos, como interfaces entre perfis de LSF com alvenarias, concreto ou madeiras, a Norma cita a necessidade de soluções a fim de garantir a estanqueidade contra água e umidade além de criar juntas de dilatação entre os diferentes materiais, para que não ocorram reações e patologias.

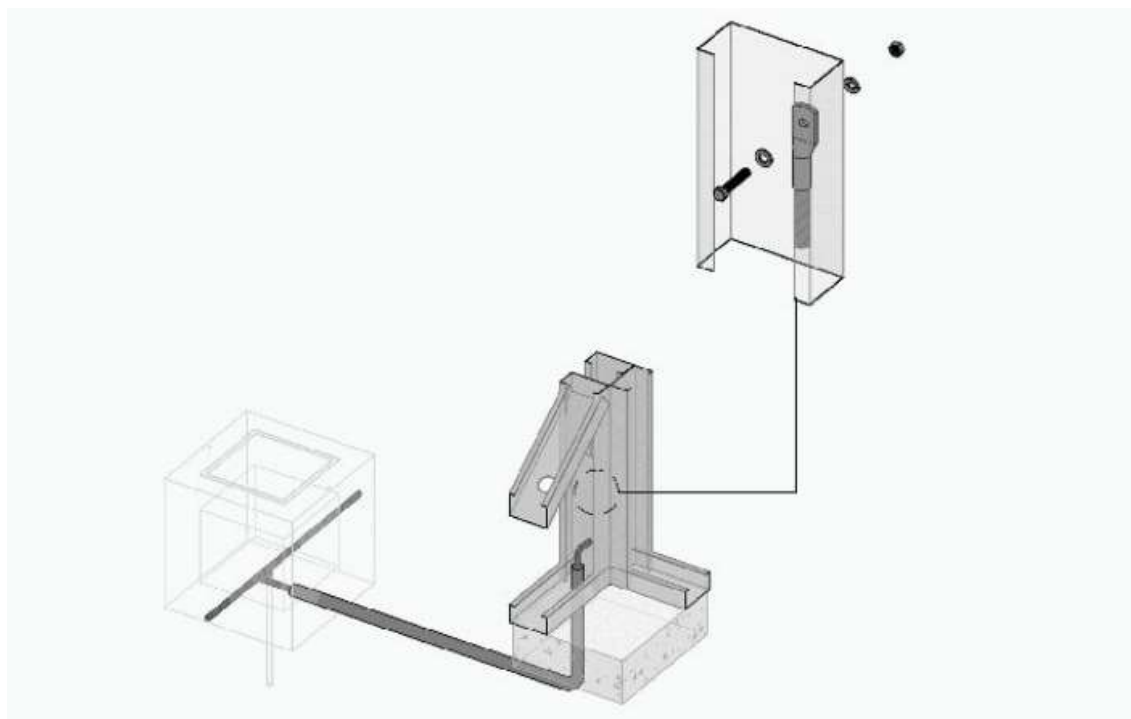
A interface entre sistemas de piso é a próxima seção da Norma. Diversas soluções para pisos podem ser adotadas dentro do Sistema *Light Steel Framing*, lajes secas, úmidas ou mistas, esta última mais utilizada, que consiste em perfis estruturais, chapas de substrato e um contrapiso de concreto flutuante. A Norma

evidencia algumas precauções na execução deste contrapiso, principalmente no que se refere a impedir o contato direto entre a argamassa e as chapas, sendo recomendada a utilização de uma camada separadora com retenção de umidade. Logo, é apresentado o sistema de forros, que podem ser aderidos ou suspensos, devendo ser previstos em projeto estrutural. Além disso, é exposto os cuidados com o sistema de cobertura, utilizando camadas de impermeabilização, elementos de captação de água, cuidados no encontro com platibandas, a fim de garantir a estanqueidade do sistema (ABNT NBR 16970-3: 2022).

Sobre os sistemas de instalações prediais, a Norma afirma que devem ser evitados as interferências entre elas e os elementos estruturais, recomendando a adoção de *shafts* quando possível. Quando necessária a passagem de instalações pelos perfis, deve ser considerado em projeto estrutural, por isso é muito importante a compatibilização entre os projetos. Existem limites quanto às aberturas nos perfis sem necessidade de reforço, devendo o eixo de furação coincidir com o eixo longitudinal central da alma do perfil. A ABNT NBR 16970-3: 2022 ainda lembra a importância de fixar e travar as conexões, a fim de evitar deslocamentos e vibrações na estrutura de LSF.

Sobre as instalações de gás, é recomendado que esta seja executada externamente aos elementos estruturais, diante do risco do acúmulo de gases no interior das paredes. No caso de necessidade dessa tubulação ser interna, elas devem ser enclausuradas por tubo-luva ou revestidas por elementos maciços. As tubulações hidrossanitárias devem ser executadas abaixo das vigas estruturais ou pelos vãos das treliças, escondidas pelos forros. Por sua vez, as instalações elétricas devem possuir aterramento independente da estrutura e devem passar por eletrodutos metálicos ou plásticos, rígidos ou flexíveis. Além disso, as caixas de instalação em paredes opostas não podem ser colocadas em posições coincidentes, devendo ser afastadas por pelo menos dez centímetros. O projeto de SPDA - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – pode utilizar a estrutura de LSF como malha de aterramento.

Figura 40 - Detalhe de instalação de SPDA



Fonte: ABNT NBR 16970-3 (2022)

A ABNT NBR 16970: 2022 – Parte 3 traz ainda uma seção dedicada a fixação de peças suspensas, em forros e paredes, apresentando as cargas máximas por ponto e o espaçamento mínimo entre eles. As fixações podem ser feitas diretamente nos painéis, nos perfis, ou em reforços dispostos na estrutura. De acordo com o substrato onde será feita a instalação, deve ser utilizada buchas e parafusos adequados. A tabela a seguir, apresentada pela Norma, traz as cargas máximas para as placas de gesso (ST, RU ou RF).

Figura 41 - Cargas máximas de uso nas placas de gesso

Substrato	Cargas máximas de uso N	Tipo de fixação	Número de chapas
Fixação direta na chapa de gesso	50	Prego galvanizado 17 mm × 21 mm	1
	50	Gancho metálico	
	100	Gancho com três pregos	
	100	Bucha parafuso plástico	
	150	Bucha parafuso metálico	
	150	Bucha de expansão curta/média	
	200	Bucha basculante com braço metálico	
Fixação no perfil de aço	700	Bucha basculante com braço metálico <sup>a</sup>	1
Quando o objeto pesar mais de 200 N e tiver dois ou mais pontos de fixação, estes devem estar distantes entre si no mínimo 400 mm em qualquer direção.			
<sup>a</sup> Fixação no eixo do montante.			

Fonte: ABNT NBR 16970-3 (2022)

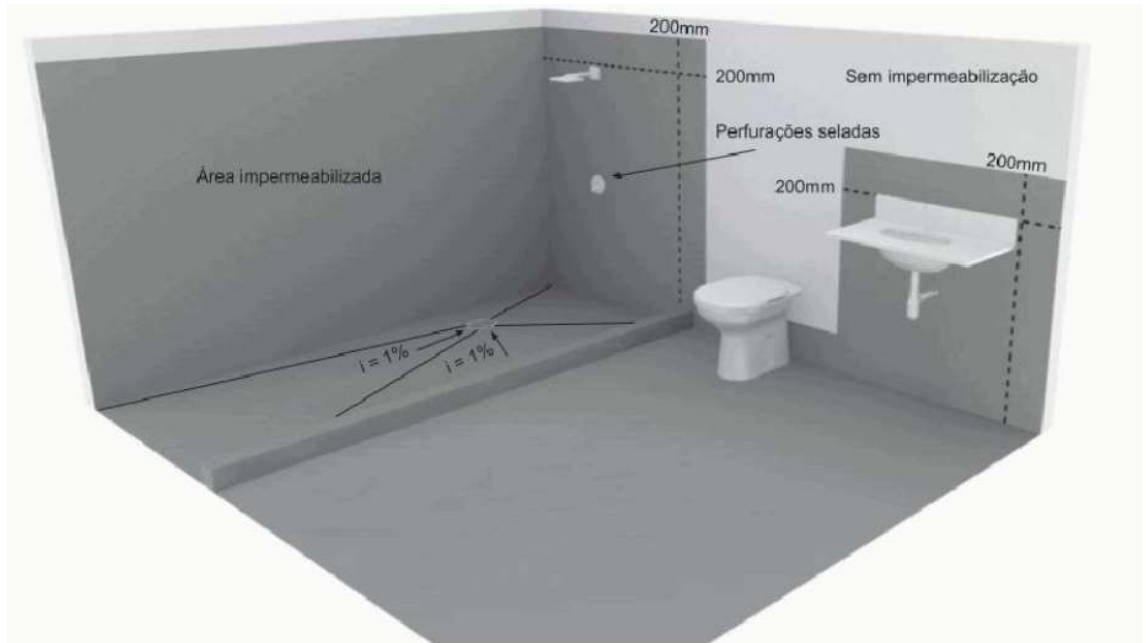
A Norma apresenta ainda casos de ancoragens especiais e casos onde é necessário a adoção de reforços. A compatibilização entre o projeto arquitetônico e o estrutural é essencial para a correta locação dos reforços na estrutura.

Na sequência, são apresentados alguns usos especiais do Sistema, como a utilização de churrasqueiras e lareiras e construções em ambientes agressivos. Para a construção de lareiras e churrasqueiras, deve ser executada uma estrutura independente, composta por materiais refratários, isolando a transmissão excessiva de calor. Para usos específicos, como em saunas, piscinas térmicas, indústrias, deve haver recomendações específicas em projeto, evitando contato com agentes agressivos, condensações, excessos de acúmulo de umidade, garantindo a integridade, durabilidade e salubridade da edificação (ABNT NBR 16970- 3: 2022).

Por fim, a última seção da Norma ABNT NBR 16970: 2022 – Parte 3, apresenta o sistema de impermeabilização para áreas molhadas e molháveis, apresentando cuidados e boas práticas que não se remetem exclusivamente ao Sistema LSF, sendo recomendadas a quaisquer tipos de edificações. A impermeabilização da área do box do chuveiro, subindo nas paredes até uma

altura superior aos pontos de água, a impermeabilização do ralo e declividade do piso são alguns dos cuidados trazidos pela Norma. A figura assim, retirada da Norma, apresenta a impermeabilização de um banheiro.

Figura 42 - Detalhe de impermeabilização de banheiro



Fonte: ABNT NBR 16970-3 (2022)

### 3. AVALIAÇÃO DO SISTEMA E POSSIBILIDADE DE AVANÇOS

#### 3.1. SISTEMA

Conforme apresentado na revisão teórica, o *Light Steel Frame* é um modelo construtivo utilizado em quase todas as partes do mundo. O sistema apresenta diversas vantagens, tendo destaque, de acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2008):

- Todos os materiais que constituem o sistema são industrializados, passando por controles de qualidade;
- O aço possui alta resistência e alto controle de qualidade em sua fabricação, o que permite maior precisão nas estruturas;
- Durabilidade das edificações devido ao processo de galvanização que o aço é submetido;
- Facilidade e rapidez de montagem do sistema, trazendo obras mais rápidas e limpas;
- Perfis perfurados previamente para as instalações hidráulicas e elétricas;
- Melhor desempenho térmico e acústico;
- Redução nos resíduos gerados em obra e do desperdício dos materiais.

Além de todas as vantagens apresentadas pelos autores, eles ainda citam que o Brasil é um dos maiores produtores de aço do mundo. Apesar disso, o emprego desse material em estruturas de edificações tem sido pouco expressivo se comparado ao potencial brasileiro. Existem alguns paradigmas relacionados às estruturas de aço que podem estar impedindo uma melhor avaliação deste sistema, aspecto que será explorado a seguir. (FACCO, 2014)

Um dos principais mitos que a sociedade brasileira possui é de que os materiais utilizados na construção civil, para serem resistentes, devem ser pesados e rígidos. Segundo Crasto (2005) o consumidor brasileiro tem uma cultura já enraizada de preferir construções com materiais maciços. Ela é conhecida como “cultura do concreto”. Entretanto, ao contrário do que é consenso no Brasil, as construções em *Light Steel Frame* podem ser mais resistentes do que as de concreto frente a tormentas ou abalos sísmicos, por exemplo.

O aço, diferentemente do concreto, possui deformabilidade quando submetido a esforços. Dessa forma, quando se depara com ventos extremamente fortes ou vibrações, ele tem a capacidade de se deformar, sem que haja o seu rompimento. Já as construções de alvenaria, por serem mais rígidas, correm o risco de se romperem abruptamente. Países que sofrem constantemente com abalos sísmicos têm o LSF como o principal método construtivo, como o Chile e o Japão. Segundo a Fastcon (2015), o peso médio de construções convencionais de alvenaria é aproximadamente 1.250 kg/m<sup>2</sup> por pavimento, levando em conta as cargas de ocupação. Já no Steel Frame, esse valor é de apenas 250 kg/m<sup>2</sup>. Ou seja, cinco vezes mais leve. Essa variação proporciona economia com estrutura e fundação.

Outro mito criado no meio da construção brasileira que pode ser citado é em relação às construções com placas de gesso, que, por sua leveza, são consideradas frágeis. Esse é um fator que as construções em *drywall* vem enfrentando há bastante tempo no Brasil. Naturalmente, ele não é tão resistente como a alvenaria, afinal as paredes de *drywall* pesam cerca de 20 kg/m<sup>2</sup>, contra os 180 kg/m<sup>2</sup> da alvenaria (MAB ART, 2019). Porém, se utilizado da forma correta, o *drywall* é uma ótima opção para as paredes de vedações. Elas não apresentam função estrutural nenhuma, servem apenas para fazer a delimitação entre os ambientes, não havendo a necessidade de utilizar produtos tão resistentes.

Sobre a possível fragilidade das paredes de gesso quanto à choques mecânicos, diversos estudos foram apresentados pela Associação Brasileira de *drywall* – DRYWALL, para as mais variadas situações possíveis no dia-a-dia, como, por exemplo, como alguém chocar-se contra ela, quinas de móveis batendo nas placas durante sua movimentação ou portas batendo vigorosamente. As paredes *drywall* são formadas por uma estrutura de perfis de aço galvanizado, na qual são fixadas em ambos os lados chapas de gesso. Entende-se que quanto maior for a espessura e o número de chapas, maior será a resistência mecânica do conjunto. Os ensaios em laboratórios confirmaram que as paredes *drywall* atendem perfeitamente às exigências da Norma de Desempenho no que se relaciona com as necessidades a que são submetidas

ao longo de sua vida útil, de acordo com resultados de pesquisas de resistência mecânica.

Dessa forma, pode-se perceber que a fragilidade do gesso quanto a choques mecânicos não deve ser um fator limitante para a utilização do sistema, pois, apesar de não ser tão rígido quanto à alvenaria convencional, ele é resistente aos possíveis danos do dia-a-dia e tornam a estrutura bem mais leve, aliviando os esforços nas fundações. Vale ressaltar que existe uma norma específica para as paredes de *drywall*, a ABNT NBR 14715, com sua primeira edição publicada no ano de 2010 e a segunda em 2021, ambas anteriores à Norma de LSF (ABNT NBR 16970: 2022).

Além disso, diferentemente do que é difundido na opinião popular, é possível sim pendurar objetos nas paredes de gesso. As paredes *drywall* podem suportar objetos de diferentes pesos e dimensões. A fixação dos objetos pode ser feita na chapa, nos perfis de aço ou em reforços aplicados internamente nas paredes. Há vários tipos de fixadores, como pregos, parafusos e buchas para a fixação de itens nas paredes *drywall*. Para suspender alguns equipamentos especiais, além dos fixadores, podem ser utilizados suportes específicos que ficam encostados na parede pelo lado de fora (FACCO, 2014).

A DRYWALL – Associação Brasileira de Drywall realizou estudos sobre o desempenho de fixação de objetos em paredes de *drywall*, visando o atendimento da ABNT NBR 15575: 2013 e os resultados foram satisfatórios, tanto na fixação de objetos como na resistência mecânica. A figura a seguir apresenta uma tabela, com as cargas máximas por ponto para objetos rente às paredes:



Figura 43 - Cargas máximas por ponto para objetos suspensos rente às paredes

Substrato	Carga máxima de uso (kg)*	Tipo de fixação	Tipo de parede			
			Nº de chapas de gesso 12,5 ou 15 mm	Tipo de montante	Distância entre montantes em mm	
Fixação direta na chapa de gesso	5	Prego galvanizado 17 x 21 mm	1	48/70/90	600 ou 400	
	5	Gancho metálico				
	5	Bucha de expansão HDF				
	10	Gancho com 3 pregos				
	10	Bucha parafuso plástico				
	15	Bucha parafuso metálica				
	15	Bucha expansão curta/média				
	20	Bucha basculante com braço metálico	70/90			
	15	Bucha "guarda-chuva" 9 x 52**	2	48/70/90		
	15	Bucha "guarda-chuva" 10 x 52**				
	10	Prego galvanizado 17 x 21 mm				
	20	Bucha de expansão longa				
	20	Bucha basculante com braço metálico				70/90
	20	Bucha "guarda-chuva" 10 x 65**				48/70/90
Fixação no montante	40	Bucha basculante com braço metálico***	1	70/90	600 ou 400	

Observações:

\*Quando o objeto pesar mais de 20 kg e tiver dois ou mais pontos de fixação, estes devem estar distantes entre si no mínimo 400 mm em qualquer direção.

\*\* Fixação com alicate expansor.

\*\*\* Fixação no eixo do montante.

Fonte: DRYWALL (2014)

Para cargas aplicadas a uma distância de trinta centímetros das paredes, em geral as cargas diminuem um pouco, diante do momento que é gerado. Isso fica visível na figura que apresenta a tabela, retirada do Manual de Resistência mecânica e fixação de objetos em paredes *drywall*.

Figura 44 - Cargas máximas por ponto para objetos suspensos com carga aplicada a 30cm das paredes

Substrato	Carga máxima de uso (kg)	Tipo de fixação	Tipo de parede		
			Nº de chapas de gesso 12,5 ou 15 mm	Tipo de montante	Distância entre montantes em mm
Fixação direta na chapa de gesso	5	Bucha expansão curta/média		48/70/90	600
	10	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	
	10	Bucha basculante com braço plástico			
	15	Bucha expansão longa	2	48/70/90 70/90	400
30	Bucha basculante com braço metálico				
Fixação direta na chapa de gesso com azulejo	20	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	600 ou 400
Fixação em montante simples	40*	Bucha basculante com braço metálico	1	70/90	600 ou 400
Fixação em montante duplo encaixado	70	Bucha basculante com braço metálico			

\* Fixação no eixo do montante

Fonte: DRYWALL (2014)

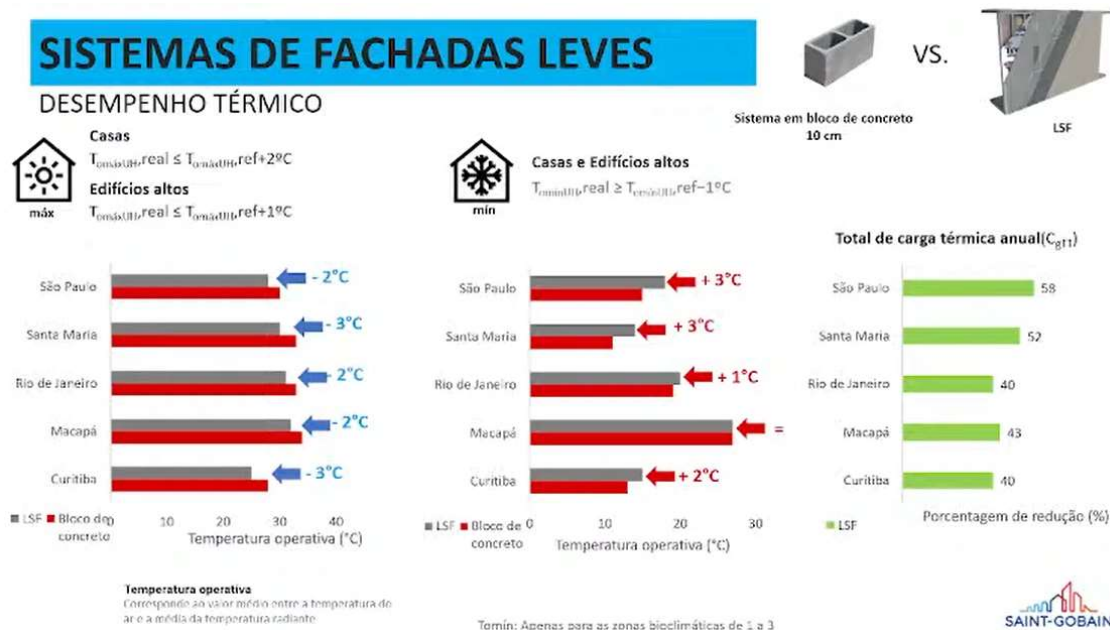
Quando houver a necessidade de instalação de objetos mais pesados, como móveis aéreos, deverão ser realizados reforços na estrutura, que já podem ser previstos em projeto. Dessa forma, a necessidade de fixação de equipamentos pesados não é um impeditivo para a utilização do sistema. Além disso, pode ser feita a combinação de placas. Se for utilizada uma placa OSB antes de ser fixada a placa de gesso, essa carga a ser suspensa pode aumentar bastante. Ademais, as indústrias já lançaram placas de gesso de alta performance, que suportam até cinquenta quilogramas por ponto de fixação direto na chapa, sem a necessidade de reforços, além de apresentar ótima resistência à impactos. (VANTAGENS DO DRYWALL, 2022).

Santiago, Feitas e Crasto (2008), ainda salientam a velocidade de execução de uma edificação em *Light Steel Framing*, podendo chegar a um terço do tempo, se comparado aos métodos tradicionais de execução. Além da possibilidade de utilizar a pré-fabricação dos painéis, todos os insumos utilizados nas obras de

LSF são industrializados, garantindo velocidade e qualidade. Uma comparação que pode ser feita é para a vedação de 2,88m<sup>2</sup> de uma parede: enquanto no LSF utiliza-se apenas duas placas que podem ser aparafusadas em um minuto, na alvenaria convencional devem ser assentados noventa e seis tijolos de seis furos para fechar a mesma área. Pode-se perceber, dessa forma, que a produtividade é muito maior.

Também, em relação às questões de temperatura, segundo ensaios realizados pela Saint-Gobain comparando casas de alvenaria executadas em blocos de concreto de dez centímetros de largura e casas de LSF de mesma espessura, houve uma variação de três graus Celsius dentro das edificações, com as casas de LSF protegendo a edificação das temperaturas externas, seja no calor ou frio. Em outras palavras, as casas de *Steel Frame* estavam três graus Celsius mais quentes em dias frios e três graus Celsius mais frias em dias quentes do que as de alvenaria. Além do conforto térmico gerado ao usuário, esse isolamento garante uma economia de energia significativa ao longo do tempo, pois como as temperaturas permanecem mais estáveis, as unidades de ar condicionado devem trabalhar menos para compensar as perdas, economizando energia (GOUVEA, 2015).

Figura 45 - Apresentação do ensaio pela empresa Saint-Gobain



Fonte: A NORMA DO LIGHT STEEL FRAME. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=6NlpQLCT\\_Bw](https://www.youtube.com/watch?v=6NlpQLCT_Bw). Acesso em 09 Ago. 2022.

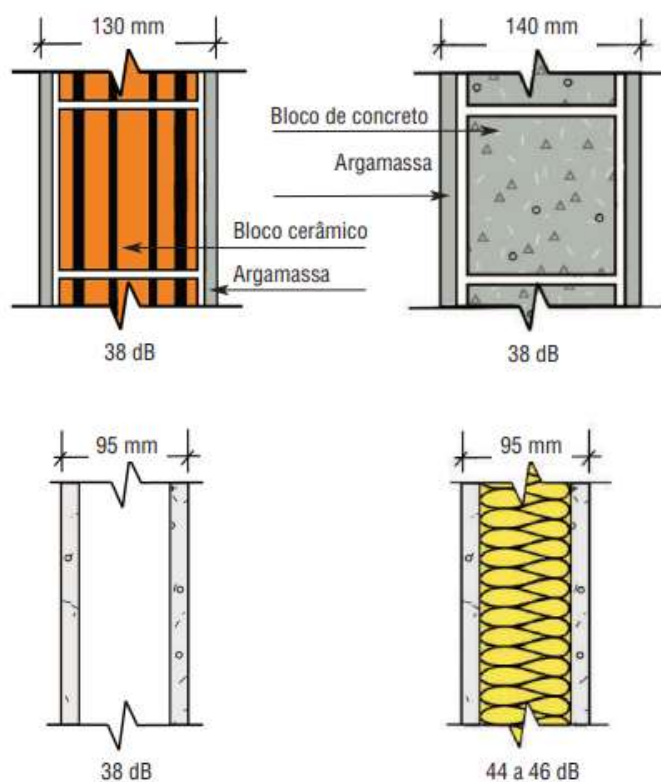
Ainda sobre as questões relacionadas à temperatura, Landau et al. (2009) apresentaram resultados relacionados à amplitude térmica no território brasileiro, afirmando que em algumas regiões do Brasil a variação entre a maior e a menor temperatura registrada em um dia no país pode chegar até 25°C, com as maiores variações sendo registradas em áreas situadas no oeste dos estados da Região Sul. Sabe-se que os materiais tendem a dilatar e contrair conforme a temperatura do ambiente e, com essas grandes variações de temperatura, os materiais utilizados na construção civil convencional não aguentam a constante movimentação às quais são submetidos dia pós dia. Dessa forma, os materiais costumam a apresentar fissuras, que com o tempo se agravam. Através elas, deve infiltrar água, causando patologias que são vistas com frequências nas fachadas das edificações.

O sistema EIFS, composto por EPS, pode ser uma ótima solução para esse problema. Além de apresentar um coeficiente de dilatação baixo, movimentando-se pouco diante das variações da temperatura, o EPS é um isolante térmico, o que ajuda as edificações a manterem sua temperatura interna. Algumas fábricas do setor, oferecem até garantia contra fissuração das fachadas onde for utilizado o sistema EIFS.

Comparando o desempenho acústico das paredes de chapas de gesso com materiais isolantes e as paredes de alvenaria convencionais, estudos realizados pela Associação Brasileira de *drywall* – *DRYWALL* apresentam grande vantagem ao sistema de construção a seco. Em geral, o isolamento sonoro é garantido de duas formas distintas: a primeira é através de materiais com alta densidade, pois utilizando elementos pesados, a passagem da vibração emitida pela onda sonora é dificultada, sendo este o princípio utilizado para o isolamento acústico nas construções de alvenaria convencional.

A segunda maneira de obter a atenuação acústica seria utilizando um conjunto massa-mola-massa, onde a descontinuidade dos meios é a responsável por amenizar as ondas sonoras, sendo este o princípio utilizado na construção em LSF, onde o isolante acústico é inserido entre as placas de *drywall*. A seguir, é apresentada uma figura contendo um dos resultados obtidos no estudo, comparando diferentes tipos de vedações e analisando seu desempenho acústico.

Figura 46 - Resultados de ensaio realizado pela DRYWALL



Fonte: DRYWALL (2015)

Ainda, o estudo afirma que, para garantir uma atenuação acústica de sessenta decibéis, enquanto uma parede de concreto maciço precisa de duzentos milímetros, gerando uma massa de  $450 \text{ kg/m}^2$ , a parede de *drywall* consegue absorver os mesmos sessenta decibéis com cento e quarenta milímetros de espessura, com uma massa de  $43 \text{ kg/m}^2$ . Em outras palavras, a parede de *drywall* consegue atingir o mesmo desempenho, com uma espessura 30% menor e com um peso 10,5 vezes inferior ao da parede de alvenaria, o que demonstra o benefício em utilizar as paredes de gesso, reduzindo peso na estrutura e melhorando o desempenho acústico (DRYWALL, 2015).

A seguir, será apresentada uma figura contendo uma tabela, a qual foi retirada da ABNT NBR 15575-4: 2013, a Norma de Desempenho. Nela, são apresentados os níveis de atenuação acústica exigidos nas diferentes situações de separações entre ambientes, para atender ao nível mínimo de desempenho:

Figura 47 - Níveis de isolamento acústico exigidos pela Norma de Desempenho

Elemento de separação	$D_{nT,w}$ dB
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	$\geq 40$
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	$\geq 45$
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	$\geq 40$
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja dormitório	$\geq 30$
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	$\geq 45$
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ( $D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório	$\geq 40$
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo <i>hall</i> ( $D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos usos dos ambientes seja dormitório	$\geq 45$

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2013)

Comparando os valores de Norma, percebe-se que uma parede de alvenaria convencional não atende ao desempenho mínimo para nenhum dos casos, exceto para as paredes cegas das áreas comuns. As paredes de alvenaria possuem apenas trinta e oito decibéis de atenuação acústica. Isso quer dizer que não são apropriadas para quartos, cozinhas, banheiros ou áreas de lazer. Por outro lado, uma parede de LSF, utilizando somente uma camada de cinquenta milímetros de lã de vidro como isolante, tem uma atenuação de quarenta e cinco decibéis, valor que é aceito para todos os tipos de paredes, segundo a Norma ABNT NBR 15575-4: 2013 (GOUVEA, 2015). Isso mostra o quão superior é o desempenho acústico das edificações em LSF.

Ainda pode-se destacar a resistência ao fogo das estruturas de LSF. A maioria dos materiais utilizados no sistema não propagam chamas. Inclusive, a origem das chapas gesso na construção civil foi com a função da proteção contra as chamas (DRYWALL, 2018). A Associação Brasileira de *drywall* – DRYWALL - realizou ensaios das paredes de gesso frente ao fogo, afirmando que uma vedação interna, composta por duas placas de gesso *standard* de cada lado com lã de vidro por dentro, tem TRF – Tempo de Resistência ao Fogo - de sessenta

minutos. De acordo com o tipo de uso da edificação, a Norma pode requerer um TRF de até cento e vinte minutos. Para esse caso, é possível chegar a esse tempo empregando o uso de chapas de gesso RF (resistente ao fogo) (GOUVEA, 2015).

Após fazer um panorama em relação aos benefícios do sistema *Light Steel Frame*, também serão discutidos alguns impasses. Em relação as placas de gesso que foram discutidas acima, é importante destacar seu péssimo desempenho perante a água. Até mesmo a placa RU, que é apresentada como uma placa com maior resistência à umidade, não pode ter contato com água, seja no estado líquido ou vapor. Sua resistência se relaciona com a umidade residual existente nas argamassas colantes, para que a placa não se despedace quando for colada uma cerâmica nela. Por isso sua recomendação é para banheiros e lavanderias, locais que serão revestidos por cerâmica. Em locais externos ela não deve ser utilizada, pois irá apresentar patologias.

Dessa forma, para locais com grande umidade e variações de temperatura, que geram choque térmico e condensação de água, as placas de gesso devem ficar em um segundo plano, principalmente em áreas externas. O mercado já apresenta soluções para esses casos, sendo mais recomendado a utilização de placas cimentícias ou do tipo *glassmat*.

Existe uma barreira orçamentária para a implantação do sistema. O LSF é um sistema industrializado, com todos os materiais levantados na fase de projeto, gerando orçamentos extremamente assertivos. Esse orçamento, muitas vezes, é mais alto se comparado a uma construção de alvenaria. Porém, essas construções possuem dificuldade de controles de custo, existindo grande desperdício nas construções convencionais.

Amadei et al. (2011) estimam que cerca de 30% dos materiais e serviços executados nas construções de alvenaria são perdidos, através do desperdício, quebra-quebra e retrabalho, gerando muito entulho. A construção civil sozinha é responsável por 50 a 60% da geração de resíduos sólidos no Brasil. A cada quatro casas construídas no sistema convencional brasileiro, uma é jogada fora. Esse fato faz com que os orçamentos vão aumentando ao longo da construção e, no final, gasta-se muito mais do que foi orçado inicialmente. Além disso, as

obras de sistemas convencionais são mais lentas, o que aumenta os custos, tanto de mão de obra, como de equipamentos alugados. Em suma, mesmo entendido como um impasse no início, um orçamento de *Steel Frame* que, inicialmente era mais caro, ao final, pelos fatores citados acima, equiparam-se ou até saem mais baratos que a alvenaria.

Para esse orçamento ser assertivo e não haver desperdício de materiais, deve ser feito o planejamento correto da obra. O LSF é sensível a alterações de projeto no decorrer da obra. Dessa forma, os projetos e compatibilizações devem ser feitos no período de projeto e, no canteiro, apenas realizar a montagem do que foi planejado, nos prazos corretos para a execução de cada serviço. Recomenda-se inclusive um projeto de paginação das fachadas, a fim de tornar mínimo o desperdício com as placas de vedação. Dessa forma, o sistema funcionará de forma certa e o consumidor poderá usufruir de todos os seus benefícios.

Outro ponto que pode ser sinalizado é relato das indústrias da construção a seco, de que os clientes não gostam dos ruídos e vibrações que existem na laje seca de *Steel Frame*, formada apenas por perfis e chapas. Com a finalidade de enrijecer mais a estrutura, os perfis da laje podem ser substituídos por treliças de concreto ou as lajes *steel deck*. Em geral, sobre a chapa de OSB, já seria possível fazer a instalação do piso diretamente sobre ela, forma de construção mais comum do sistema LSF. Entretanto, no Brasil, culturalmente, não é aceito o ruído e a vibração que existe na laje executada dessa forma. Sendo assim, sobre as placas de OSB, geralmente, executa-se um contrapiso de concreto, afim de dar maior rigidez à laje e melhorar o conforto acústico. Além de ir contra os princípios da construção a seco, que é a redução da utilização de argamassa e concreto dentro da obra, o sistema estrutural em aço permite uma maior movimentação estrutural, o que pode causar fissuras nas lajes de concreto ou que possuam contrapiso, porém foi uma maneira que o sistema encontrou de adaptar-se à cultura brasileira.

No mesmo caminho, o revestimento argamassado nas fachadas oferece um acabamento muito semelhante às construções convencionais de alvenaria, sendo bem aceitas pelo mercado. Esses produtos estão evoluindo a fim de evitar o surgimento de fissuras na sua superfície diante das movimentações e



variações dimensionais dos elementos dos painéis, utilizando argamassas e tintas mais flexíveis. Entretanto, o uso de argamassas dentro da obra de LSF vai contra um dos princípios do sistema, que é a construção a seco. Esse processo acaba deixando a obra mais lenta, prejudicando um dos principais benefícios do LSF, que é a velocidade construtiva. Além disso, ele é um sistema que, por sua estrutura mais leve, tende a se movimentar mais, gerando fissuras em revestimentos argamassados. (BORTOLOTTI, 2015).

Salienta-se que como qualquer sistema construtivo, apresenta suas desvantagens. Por ser um sistema estruturado em perfis leves de aço galvanizado, não é possível construir edificações muito altas em LSF. Em geral, as construções são feitas para habitações de até quatro pavimentos. Existem casos de edifícios de até sete pavimentos, porém, com adaptações de projeto, especialmente a utilização de aço pesado. Além disso, a falta de qualidade da mão de obra existente é uma limitação para uma maior utilização do sistema, visto que ele não permite imprecisões de compatibilidade ou de execução, o que poderia vir a reduzir a vida útil da edificação e o desempenho do sistema. (MAGALHÃES, 2013).

Além do despreparo da mão de obra, há um atraso grande no Brasil em relação às tecnologias que já são utilizadas no resto do mundo. Em geral, além de seu atraso, elas chegam ao Brasil com preços muito altos, devido aos impostos para produtos importados, o que inviabiliza sua utilização. Como exemplo, pode-se citar o sistema EIFS, que começou a ser utilizado na Alemanha em meados da década de quarenta com a finalidade principal de melhorar o desempenho térmico das edificações (PEREIRA, 2009). Entretanto, no Brasil, o revestimento começou a ser adotado apenas a partir do ano de 2010, nas regiões Sul e Sudeste do país (TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2019). Isso demonstra o quanto algumas tecnologias já são difundidas e utilizadas em todo o mundo em larga escala demoram para chegar no Brasil.

Além disso, com a finalidade de trazer os produtos com preços competitivos, algumas indústrias “tropicalizam” os produtos, ou seja, reduzem alguns aditivos e minerais dos produtos com a finalidade de reduzir o seu custo, adequando-se a realidade brasileira. Entretanto, isso gera uma redução no desempenho dos produtos, gerando patologias nas edificações. É necessário que as indústrias se

mobilizem com a finalidade de trazer os produtos que já existem em outros países, com preços competitivos e qualidade elevada.

O modo de projetar e construir no Brasil deve evoluir para conseguir aproveitar todo o potencial dos sistemas industrializados. Diferentemente do sistema convencional de alvenaria, onde a estrutura e vedações são executadas e posteriormente são demolidas a fim de realizar as instalações, o LSF não permite isso. As compatibilizações devem ser feitas no projeto, não apenas as instalações elétricas e hidráulicas, mas também onde serão localizados os pontos de ar condicionado, iluminação, mobiliários. Alterações ao decorrer da obra não são bem aceitas pelo sistema e acabam por atrapalhar um dos principais benefícios do sistema, que é a agilidade. É uma mudança de mentalidade. Decisões que antes eram tomadas no canteiro de obras, devem ser previstas e definidas em projeto. Ao invés de ter um mês de projeto e um ano de obra, invertem-se os fatores, projetando por um ano e construindo por um mês.

Segundo Vivian (2011), a forma de projetar em LSF no Brasil segue as práticas usuais adotadas em obras convencionais, havendo uma sequência hierárquica nos projetos, iniciando com o arquitetônico. Dificilmente há a troca de informações entre projetistas, de forma que a compatibilidade entre os sistemas fique a cargo da construtora e, muitas vezes, do montador de LSF, tomando decisões com base em suas experiências.

Os futuros profissionais da Construção Civil, como engenheiros e arquitetos, também não estão sendo formados para serem capazes de executar obras de *Steel Frame* com qualidade, visto que, em muitas universidades o assunto nem é lembrado. Existem diversas disciplinas sobre concreto e alvenaria, porém, as estruturas de aço ficam em segundo plano e as construções à seco muitas vezes são esquecidas. É necessário incluir cada vez mais esse tipo de conhecimento nos centros universitários para que o sistema continue a se desenvolver no país.

Dessa forma, entende-se que o sistema LSF é um método construtivo mais rápido, sustentável e com um desempenho superior aos métodos convencionais de alvenaria. Foi demonstrado que a utilização do sistema LSF no Brasil ainda enfrenta alguns desafios, os quais relacionam-se aos mitos e dificuldades

apresentados anteriormente. No entanto, entende-se a importância de superar tais impasses, com o objetivo de ampliar a utilização do sistema, e isso só é possível com mais informações sendo difundidas, seja para os profissionais e projetistas, como para a mão de obra que irá executar os projetos, bem como para o consumidor final.

Em geral, compreende-se que tudo o que é novo tende a gerar medo e desconfiança. Com o *Light Steel Framing* não é diferente. O brasileiro é habituado a construir em alvenaria e, apesar de seus defeitos, atende às necessidades brasileiras. Porém, à medida que o sistema amadurece no país, a ideia vai se difundindo e seus benefícios ficam evidenciados. Salienta-se que a Norma ABNT NBR 16970 (2022) colaborará para que esse conhecimento seja difundido, como será citado na próxima seção.

### 3.2. NORMA BRASILEIRA DE LIGHT STEEL FRAMING

Com a finalidade de padronização das construções em *Light Steel Frame*, no ano de 2016 o Comitê Brasileiro de Construção Civil formou a Comissão de Estudo de Sistemas Construtivos de *Light Steel Frame*, iniciando os estudos e reuniões para a publicação de uma Norma Brasileira sobre o sistema. As indústrias e empresas que trouxeram esse sistema para o Brasil já vinham há alguns anos fazendo estudos e publicações. Apesar disso, a primeira edição da Norma foi lançada apenas no ano de 2022, mais de cinco anos após o início dos estudos.

Fazer uma Norma de um sistema construtivo tão amplo, com tantas opções é bastante complexo. Garantir que todas essas interfaces conversem de forma correta não é simples. Apesar de já existirem diversas Normas de *Light Steel Framing* em outros países, algumas inclusive bastante completas, como a Norma Europeia, Canadense e a Mexicana, não é possível simplesmente importar as normas estrangeiras para dentro do Brasil. Diversos fatores impedem isso, desde os climáticos, como a temperatura e umidade, até os culturais, como a forma que cada país é habituado a construir.

Diante disso, há uma necessidade de “tropicalizar” as Normas, ou seja, adaptar as Normas de LSF existentes em outros países para que elas sejam funcionais no território brasileiro. Há uma dificuldade adicional para a criação de uma Norma no Brasil. Diferentemente de outros locais, o Brasil trata-se de um país com dimensões continentais. Existem 27 Estados, com uma separação de quatro mil, trezentos e noventa e quatro quilômetros de distância entre os extremos Norte e Sul. Cada estado brasileiro apresenta uma bioclimática distinta, ou seja, é diferente construir uma casa no Sul e no Sudeste, por exemplo. Se uma edificação for construída da mesma maneira, utilizando os mesmos materiais, ela terá um desempenho completamente distinto, dependendo do local onde foi construído.

Independentemente disso, a Norma Brasileira deve atender todo o território do país, garantindo o desempenho da edificação, onde quer que seja construída. Além dos fatores citados, outro motivo para a tardia publicação da ABNT NBR 16970 (2022), segundo Zacarias Chamberlain, coordenador da implantação da Norma de LSF no Brasil, foi a divergência entre os pesquisadores. Executar uma Norma significa padronizar as construções em LSF, e cada um dos escritores possuía uma ideia distinta de como a construção deve ser. Fazer todos os membros de um comitê convergir para uma ideia única foi outro fator complicado (ACAMONCAST POR SIDNEI MIQUELIN, 2021).

Apesar de todos os empecilhos citados, no ano de 2022 a Norma foi publicada, gerando grande expectativa, principalmente aos construtores e indústrias da construção a seco. O Brasil, a nível de produção mundial, é o terceiro país que mais produz ferro no mundo (CARVALHO, 2017). Entretanto, está longe dos primeiros colocados do ranking dos países que mais utiliza o aço na construção civil. É um mercado com um grande potencial que ainda é pouco explorado no país.

Entende-se que a padronização é fundamental para que as edificações funcionem de maneira correta. Através da ABNT NBR 16970 (2022), o *Light Steel Framing* passa a ser normatizado, ou seja, deixa de ser um sistema importado para ser um método construtivo convencional brasileiro, regulamentado por Norma, que tem força de lei.

Um sistema regulamentado traz tranquilidade para o cliente que tenha dúvidas. Através da Norma, o Brasil está admitindo o LSF como um sistema construtivo, apresentando os padrões de qualidade que ele deve atingir, a forma que ele deve ser construído, trazendo maior confiabilidade e consistência ao sistema. Gera uma nova maturidade para o mercado, além de um grande fator de argumentação às indústrias e construtoras para convencimento aos clientes utilizarem o Sistema em suas construções.

Além disso, a Norma irá proteger o Sistema. Através da regulamentação do sistema, os “aventureiros do sistema” ficam impossibilitados de construir. Antes da publicação da Norma era comum ver pessoas construindo de forma errada, muitas vezes irresponsável, utilizando perfis de menor espessura e com menor zincagem, ou espaçando mais os montantes, de forma a tornar a construção mais barata. Acontecia que, muitas vezes, as edificações construídas dessa forma apresentavam graves problemas e patologias, fato que acabava por “queimar” o sistema no Brasil. Agora, com a regulamentação do sistema, existe uma Norma que estipula como deve ser a forma de projetar e de executar as obras de LSF em território brasileiro. É claro que deve haver a fiscalização das obras, pois de nada adianta existirem as normas e regulamentações, se não forem cumpridas.

Várias questões surgem então: Qual é o jeito certo de construir? Qual o tipo de revestimento usar? O que é melhor? A Norma estipula os requisitos mínimos que cada sistema ou material deve atender, ficando a critério de cada projetista e cliente a escolha dos materiais, porém, respaldados pela Norma que, independentemente da sua escolha, sua edificação atenderá aos padrões que a Norma impõe, garantindo conforto, habitabilidade e durabilidade.

Além de trazer maior confiabilidade e tranquilidade quanto ao sistema para os consumidores, as indústrias e construtoras da construção a seco comemoraram muito a publicação da Norma. A expectativa é que ela aqueça o mercado da construção a seco. O principal fator para isso é relacionado aos financiamentos bancários. Anteriormente à publicação da Norma, o LSF não era considerado um método construtivo convencional brasileiro.

Órgãos públicos como a CAIXA, para liberar financiamentos para esse tipo de construção, exigiam que fosse apresentado um DATEC – Documento de Avaliação Técnica. O DATEC é o documento que deve ser realizado por quem deseja avaliar os materiais a serem utilizados por algum método construtivo. Ele é o resultado dos ensaios realizados conforme o SINAT (Sistema Nacional de Avaliação Técnica, que objetiva avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção). O DATEC é emitido se o sistema atender aos requisitos exigidos, seja pelas Normas Brasileiras ou por regulamentos internos dos órgãos.

Dessa forma, com a apresentação de laudos demonstrando os critérios que os materiais adotados na construção possuíam, era autorizado o financiamento. Para cada forma que a construção fosse realizada, deveriam ser feitos estudos e laudos, apresentando os resultados obtidos. O problema é que os ensaios são bastante custosos às indústrias.

Agora, com a Norma, o *Light Steel Frame* é um sistema convencional brasileiro, e cabe às indústrias apenas produzirem os materiais de acordo com as especificações de Norma. Cada item deve ser seguido pelos fabricantes. Isso traz segurança tanto aos profissionais da Construção Civil como ao cliente, de que o produto que ele está comprando atende aos requisitos da Norma. Quem não produz conforme ela, está fora do mercado. Para isso, conforme citado anteriormente, é necessária fiscalização por parte dos órgãos públicos, executando o controle de qualidade destes materiais.

A Construção Civil clama por mudanças. O déficit habitacional no país é enorme e a qualidade e sustentabilidade das construções brasileiras não são boas. Com a aprovação desta Norma, a Construção Civil no Brasil terá um importante avanço que contribuirá para um futuro mais sustentável para o setor, com menos impacto ambiental e maior eficiência energética, além de maior produtividade e qualidade nas edificações.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados encontrados e das discussões realizadas no estudo, foi possível compreender que a temática do *Light Steel Frame* se mostra um assunto complexo e permeado por diferentes atravessamentos. Os principais impasses em relação ao tema foram apresentados, tendo destaque: a cultura brasileira de construção, onde valoriza-se apenas os materiais de elevada massa e rigidez, como o concreto e alvenaria; a forma de projetar no Brasil, com baixos níveis de compatibilização, com muitas decisões sendo tomadas dentro do canteiro de obras, fato que o sistema LSF não suporta; problemas com materiais que não são adaptados à realidade brasileira, como pinturas externas rígidas que não suportam as movimentações devido a variações térmicas no Brasil; além da desqualificação, tanto da mão de obra como dos profissionais da construção civil, que não dispõem desses conhecimentos nas disciplinas das universidades brasileiras; entre outros.

O estabelecimento da Norma ABNT NBR 16970 (2022), por si só, não significa uma determinação de como as construções em LSF devem ser, mas sim, apresenta os requisitos aos quais elas devem atender, ficando a cargo do projetista e do executor quais serão os materiais a serem utilizados e a forma de realizar a obra, desde que atendendo às exigências da Norma. Ela não trouxe grandes novidades, em geral apenas relacionou os elementos do sistema LSF com as Normas já existentes no Brasil, principalmente a Norma de Desempenho ABNT 15575 (2013) e a Norma de dimensionamento de estruturas de aço de perfis formados a frio, a ABNT NBR 14762 (2010). De qualquer forma, a Norma colaborará muito para o desenvolvimento do sistema no Brasil, trazendo maior segurança em relação a ele, uma vez que o tornou um sistema convencional brasileiro, normatizado.

Não se objetivou esgotar o assunto, mas sim, realizar um panorama sobre alguns pontos de impasse e também alguns avanços em relação ao *Light Steel Frame*. Sugere-se novos estudos no que diz respeito à temática, principalmente envolvendo a adaptação de materiais frente à realidade brasileira.

## 5. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 8800: Projeto de estruturas em aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2008, 237p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14715: Chapas de gesso para drywall – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021, 6p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14715: Chapas de gesso para drywall – Parte 2: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2021, 14p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço construídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro: ABNT, 2010, 87p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 6: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.



ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16970: Light Steel Framing – Sistemas Construtivos Estruturados em perfis leves, formados a frio, com fechamento em chapas delgadas. Parte 1: Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2022, 30p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16970: Light Steel Framing – Sistemas Construtivos Estruturados em perfis leves, formados a frio, com fechamento em chapas delgadas. Parte 2: Projeto Estrutural. Rio de Janeiro: ABNT, 2022, 30p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16970: Light Steel Framing – Sistemas Construtivos Estruturados em perfis leves, formados a frio, com fechamento em chapas delgadas. Parte 3: Interfaces entre Sistemas. Rio de Janeiro: ABNT, 2022, 30p.

ACAMONCAST POR SIDNEI MIQUELIN. **Quando a Norma Brasileira de Light Steel Frame será publicada?** AcamonCast por Sidnei Miquelin, 2021, 1 vídeo (36min). Disponível em: [Quando a Norma Brasileira de Light Steel Frame será publicada? - YouTube](#). Acesso em: 17 Ago. 2022.

AMADEI, D. I. B.; PEREIRA, J. A.; SOUZA, R. A. de; MENEGUETTI, K. S. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. **Revista NUPEM**, v. 3, n. 5, p. 185-199. 2011. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/nupem/article/view/5304/3332>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

ARANTES, P. C. F. G. **Lean Construction – Filosofia e metodologias**. Dissertação de Mestrado. Porto: Universidade do Porto, 2008.

ATOS ARQUITETURA. **Dicas para quem vai construir sua casa – construção em Light Steel Frame**, 2022. Disponível em: [Dicas para quem vai construir sua casa – Construção em Light Steel Frame | Atos Arquitetura](#). Acesso em: 16 Ago. 2022.

BLOG DO LIGHT STEEL FRAME. **Como o Light Steel Frame reconstruiu o Chile pós terremoto e tsunami devastadores**, 2017. Disponível em: [Como o Light Steel Frame reconstruiu o Chile pós terremoto e tsunami devastadores - O Blog do Sistema Light Steel Frame](#). Acesso em: 13 Ago. 2022

BORTOLOTTI, A. L. K. **Análise de viabilidade econômica do método *Light Steel Framing* para construção de habitações no município de Santa Maria – RS.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

CAMPOS, A. de. S. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura.** FÓRUM DA CONSTRUÇÃO – INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA, 2012. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

CAMPOS, P. F. de. **Light Steel Framing – Uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento.** Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.

CARVALHO, V. V. **Mercado internacional de minério de ferro.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2017. Disponível em: [https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/810/1/MONOGRAFIA\\_MercadoInternacionalMin%C3%A9rio.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/810/1/MONOGRAFIA_MercadoInternacionalMin%C3%A9rio.pdf). Disponível em: 15 Ago. 2022.

CENTER STEEL. **Palestra Técnica - A Norma do Light Steel Frame.** Porto Alegre: Center Steel - Inteligência em Light Steel Frame, 2022, 1 vídeo (3h e 14min). Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=6NlpQLCT\\_Bw&t=7817s](https://www.youtube.com/watch?v=6NlpQLCT_Bw&t=7817s). Acesso em: 15 Ago. 2022.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Guia do construtor em Steel Framing,** 2014. Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br>. Acesso em: 10 Ago. 2022.

CICHINELLI, G. **Obras - Instalações em Steel Frame,** 2012.

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing.** Dissertação de Mestrado. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.

DRYWALL - Associação Brasileira de Drywall. **Segurança contra incêndio de paredes** Drywall, 2018. Disponível em: <https://www.trevodrywall.com.br/assets/uploads/conteudo/arquivos/2q32lqs859ogwoo44o.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

DRYWALL - Associação Brasileira de Drywall. **Resistência Mecânica e Fixação de Objetos em Paredes**, 2014. Disponível em: <https://gdsul.com/wp-content/uploads/2020/06/Resist%C3%Aancia-Mec%C3%A2nica-e-Fixa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

DRYWALL - Associação Brasileira de Drywall. **Desempenho acústico em sistemas** Drywall, 2015. Disponível em: [https://www.apemec.com.br/biblioteca\\_digital/arquivos/categoria/16/10/manual\\_d\\_eacustica\\_drywall.pdf](https://www.apemec.com.br/biblioteca_digital/arquivos/categoria/16/10/manual_d_eacustica_drywall.pdf). Acesso em: 15 Ago. 2022.

DUPONT. **O que é o tyvek**, s/d. Disponível em: <https://www.dupont.com.br/tyvek/what-is-tyvek.html>. Acesso em: 3 Ago. 2022

FABRICIO, M. M. **Industrialização das construções: Revisão e atualização de conceitos**. PosFAUUSP, São Paulo, v. 20, n. 33, p. 228-248, 2013.

FACCO, I. R. **Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

FASTCON - Construção Sustentável. **Steel frame passo-a-passo**, 2015. Disponível em: <http://fastcon.com.br/steel-frame-passo-a-passo/>. Acesso em: 02 Ago. 2022.

GLASROC X. **Placo Saint-Cobain**. Mogi das Cruzes, s/d. Disponível em: <https://www.placo.com.br/systems/fachadas/glasroc-x>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

GOUVEA, L. **Tudo que ainda não te contaram sobre o Steel Frame: descubra a verdade aqui**. FASTCON - Construção Sustentável, 2015. Disponível em: <http://fastcon.com.br/blog/steel-frame/>. Acesso em: 14 Ago. 2022.

LANDAU, E. C; TAVARES, R. B. T; GUIMARÃES D. P; HIRSCH, A. **Geoespacialização da amplitude térmica no Brasil.** In: ANAIS DO 3º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, Canela, 2009.

LIMA, R. F. de. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo *Light Steel Frame*.** Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-9JXL52/1/disserta\\_o\\_rondinely\\_.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-9JXL52/1/disserta_o_rondinely_.pdf). Acesso em: 13 Ago. 2022.

MAB ART. **5 perguntas mais frequentes sobre drywall respondidas,** 2019. Disponível em: <https://mab-art.com.br/5-perguntas-mais-frequentes-sobre-drywall-respondidas/#:~:text=1%20%E2%80%93%20O%20drywall%20%C3%A9%20fraco,t%C3%A3o%20resistente%20quanto%20%C3%A0%20alvenaria>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

MAGALHÃES, R. F. **Edificações em Light Steel Frame isoladas externamente com EIFS: Avaliação de desempenho térmico pela NBR 15.575/2013.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

MORAES, P. T. A.; LIMA, M. G. **Levantamento e análise de processos construtivos industrializados sob a ótica da sustentabilidade e desempenho.** In: ANAIS DO ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA, São José dos Campos: Instituto de Tecnologia da Aeronáutica, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/9686857-Levantamento-e-analise-de-processos-construtivos-industrializados-sob-a-otica-da-sustentabilidade-e-desempenho.html>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

NESTLER, F. C. W. **Estudo comparativo de orçamentação de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional de tijolos cerâmicos e Light Steel Framing no município de Panambi / RS.** Trabalho de conclusão de curso. Ijuí, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2017.

PEDROSO, S. P.; FRANCO, G. A.; BASSO, G. L.; BOMBONATO, F. A. **Steel Frame na construção civil**. In: ANAIS DO 12º ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL INTERINSTITUCIONAL, Cascavel: Centro Universitário FAG, 2014.

Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf>.

Acesso em: 15 Ago. 2022.

PEREIRA, F. P. F. Avaliação laboratorial do desempenho do EIFS. Dissertação de Mestrado, Porto: Universidade do Porto, 2009. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60469/1/000135685.pdf>

PINHO, F. O; PENNA, F. **Viabilidade econômica**. Instituto Brasileiro de Siderurgia/Centro Brasileiro da construção em aço. Rio de Janeiro, 2008.

PERFORMA.

GLASROC X. **Placo Saint-Gobain**. Mogi das Cruzes, s/d. Disponível em: <https://www.placo.com.br/systems/fachadas/glasroc-x>. Acesso em: 15 Ago. 2022.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese de Doutorado, São Paulo: USP, 1989. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/publico/FernandoHenriqueSabbatini\\_T.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/publico/FernandoHenriqueSabbatini_T.pdf). Acesso em: 15 Ago. 2022.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. Dissertação de Mestrado. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2008.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel Framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

SCHARFF, R. **Residential Steel Framing handbook**. New York: McGraw Hill, 1996.

SUL MÓDULOS. **Sistema EIFS – O revestimento térmico do Steel Frame**. SUL MÓDULOS, s/d. Disponível em: [Sistema EIFS - O revestimento térmico do](#)

[Steel Frame - Sulmódulos Sistemas Construtivos \(sulmodulos.com.br\)](http://sulmodulos.com.br). Acesso em: 17 Ago. 2022.

TEIXEIRA, E. S. L. .; OLIVEIRA, . L. A. de. **Revestimento externo com isolante térmico - EIFS: características dos seus componentes e resistências de aderência**. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2019. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/tecsic/article/view/336>. Acesso em: 15 ago. 2022.

VANTAGENS DO DRYWALL. **Conheça a placa Performa: lançamento exclusivo da Placo**. Mogi das Cruzes, 2022. Disponível em: [Conheça a placa Performa: lançamento exclusivo da Placo | Placo do Brasil](#). Acesso em: 17 Ago. 2022.

VIVIAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em Light Steel Framing**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2011.