

**REDE DE ENSINO DOCTUM  
UNIDADE JOÃO MONLEVADE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ACAUÃ NEVES DIAS FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE ACADÊMICOS DE  
ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA E  
URBANISMO FRENTE AO SISTEMA CONSTRUTIVO  
LIGHT STEEL FRAMING EM OBRAS RESIDENCIAIS**

**JOÃO MONLEVADE**

**2018**

**ACAUÃ NEVES DIAS FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE ACADÊMICOS DE ENGENHARIA CIVIL E  
ARQUITETURA E URBANISMO FRENTE AO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL  
FRAMING EM OBRAS RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel em Engenheiro Civil no curso de Engenharia Civil, da Faculdade Doctum de João Monlevade.

Orientador: Prof. M.sc. Ladir Antônio da Silva Júnior

**JOÃO MONLEVADE**

**2018**

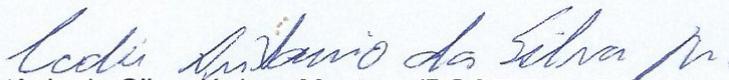
ACAUÃ NEVES DIAS FERREIRA

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE ACADÊMICOS DE ENGENHARIA CIVIL E  
ARQUITETURA E URBANISMO FRENTE AO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL  
FRAMING EM OBRAS RESIDENCIAIS

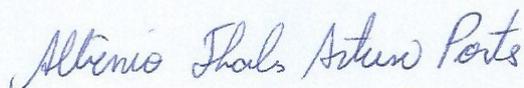
Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado  
para obtenção do grau de bacharel em  
Engenheiro Civil no curso de Engenharia Civil,  
da Faculdade Doctum de João Monlevade.

João Monlevade, 10 de dezembro de 2018.

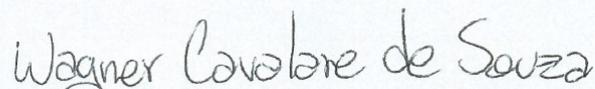
BANCA EXAMINADORA



Prof. Ladir Antônio da Silva Júnior - Mestre - (DOCTUM) - Orientador



Prof. Albênio Thales Arthuso Portes - Especialista - (DOCTUM)



Prof. Wagner Cavallare de Souza - Mestre - (DOCTUM)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a toda minha família pelo apoio desde sempre e minha namorada pelas inúmeras revisões deste trabalho e pela paciência em diversas ocasiões.

Agradeço também a todos meus colegas de sala por me acolherem mesmo entrando praticamente na metade do curso.

Aos professores e mestres que me guiaram e me auxiliaram até o fim do curso, em especial ao meu orientador Ladir e Alberto pela força mesmo não fazendo parte da faculdade na reta final.

Enfim, agradeço a todos que estiveram presentes e contribuíram de alguma forma em minha trajetória até aqui.

## RESUMO

O ramo da construção civil é um dos mais importantes para a economia do país devido aos altos investimentos de capital e quantidade de mão de obra utilizada. Novas tecnologias estão em desenvolvimento contínuo e muitas vezes podem ser aproveitadas, seja para aumentar a produtividade ou até mesmo para a redução de resíduos visando a sustentabilidade. O objetivo principal do trabalho foi realizar um estudo bibliográfico e técnico juntamente com uma pesquisa de levantamento com alunos de arquitetura e engenharia civil, da cidade de João Monlevade em Minas Gerais, visando analisar de forma quantitativa o nível de conhecimento dos mesmos sobre o método construtivo denominado *Light Steel Framing*. Os resultados foram obtidos e analisados por meio de um questionário compartilhado com os alunos da Universidade do Estado de Minas Gerais e Rede de Ensino Doctum, unidade João Monlevade. O método *Light Steel Framing* é utilizado há muito tempo em diversos países devido a características como sustentabilidade, racionalização construtiva, agilidade na construção e pela qualidade padronizada. Mesmo com essas características o método em questão é considerado inovador e recente no Brasil. Diante dos estudos, pode-se concluir que o *Light Steel Framing* é um método inovador e pouco conhecido entre os alunos entrevistados.

**Palavras-chave:** Light Steel Framing. Pesquisa. Viabilidade. Tecnologia. Engenharia.

## **ABSTRACT**

The civil construction sector is one of the most important for the economy of the country from the high capital investments and the amount of labor built. New technologies are continuous and can often be harnessed, that is, to increase productivity and even decrease sustainability capacity. The objective of this work was to carry out a bibliographical and technical study with the results research with the principles of research and civil engineering, of the city of João Monlevade in Minas Gerais, aiming the quantitative analysis of the level of knowledge of the same on the constructive method called Light Steel Framing. The results were analyzed and published through a series of studies shared with the students of Universidade do Estado de Minas Gerais and Rede de Ensino Doctum, from João Monlevade. The Light Steel Framing method has long been used in regions such as sustainability, constructive rationalization, agility in construction and standardized quality. Even with these characteristics the method in question is presented innovative and recent in Brazil. In light of the studies, it can be concluded that Light Steel Framing is an innovative method and little known among the students interviewed.

**Keywords:** Light Steel Framing. Search. Viability. Technology. Engineering.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Protótipo de residência em Steel Framing na Exposição Mundial de Chicago .....	17
Figura 2 - Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Framing. ....	19
Figura 3 - Padronização montantes e guias.....	20
Figura 4 - Perfiladeira .....	22
Figura 5 - Padronização de parafusos.....	24
Figura 6 - Parafuso parabolt.....	24
Figura 7 - Corte esquemático de uma laje radier .....	26
Figura 8 - Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural à uma laje radier .....	26
Figura 9 - Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural à uma sapata corrida .....	27
Figura 10 - Efeitos dos ventos: a) translação b) tombamento .....	28
Figura 11 - Esquema de ancoragem química com barra rosqueada.....	29
Figura 12 - Parafuso parabolt.....	29
Figura 13 - Painel em Light Steel Framing .....	31
Figura 14 - Painel em LSF com contraventamento em "X" .....	32
Figura 15 - Placas de OSB.....	33
Figura 16 - Estrutura em LSF do piso.....	34
Figura 17 - Planta estrutural de piso em LSF .....	35
Figura 18 - Esquema de laje úmida.....	36
Figura 19 - Esquema de Laje Seca .....	37
Figura 20 - Esquema de escada tipo viga caixa inclinada.....	38
Figura 21 - Esquema de escada tipo viga inclinada .....	39
Figura 22 - Esquema de escada tipo painéis escalonados .....	40
Figura 23 - Esquema de cobertura plana .....	41
Figura 24 - Tipos de treliças planas para LSF: (A) e (B) retangular e (C) trapezoidal .....	42
Figura 25 – Alinhamento de caibros e vigas com montantes .....	43
Figura 26 - Esquema de telhado estruturado em caibro .....	43
Figura 27 - Instalação predial antes do fechamento interno.....	45
Figura 28 - Sistema PEX instalado em construção LSF.....	46

Figura 29 - Quadro elétrico em construção LSF.....	47
Figura 30 - Eletroduto fixado com peça plástica.....	47
Figura 31 - Instalação de lã de vidro em painel.....	48
Figura 32 - Aplicação das placas de OSB no LSF .....	52
Figura 33 - Placas de OSB.....	53
Figura 34 - Placa cimentícia instalada.....	54
Figura 35 - Tipos de placas de gesso acartonado.....	55
Figura 36 - Seção 1 do questionário .....	58
Figura 37 - Afirmativas 1 a 4 da seção 2 do questionário .....	59
Figura 38 - Afirmativas 5 a 8 da seção 2 do questionário .....	60
Figura 39 - Seção 3 do questionário .....	61

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de Entrevistados x Faixa Etária.....	62
Gráfico 2 - Alunos de Engenharia Civil x Arquitetura .....	63
Gráfico 3 - Quantidade de Alunos de Engenharia Civil x Período .....	63
Gráfico 4 - Quantidade de Alunos de Arquitetura x Período.....	64
Gráfico 5 - Resultado da Afirmativa nº 1 .....	65
Gráfico 6 - Resultado Afirmativa nº 2 .....	65
Gráfico 7 - Resultado Afirmativa nº 3 .....	66
Gráfico 8 - Resultado Afirmativa nº 4 .....	67
Gráfico 9 - Resultado Afirmativa nº 5 .....	67
Gráfico 10 - Resultado Afirmativa nº 6 .....	68
Gráfico 11 - Resultado Afirmativa nº 7 .....	69
Gráfico 12 - Resultado Afirmativa nº 8 .....	70
Gráfico 13 - Resultado sobre o Método Light Steel Framing.....	71
Gráfico 14 - Resultado sobre Racionalização Construtiva .....	72
Gráfico 15 - Resultado sobre DryWall .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padronização dos Perfis e suas aplicações .....	23
Tabela 2 - Classe de transmissão sonora .....	49
Tabela 3 - Índice de Redução Acústica (Rw) da lã de vidro .....	50
Tabela 4 - Resistência Térmica e Condutividade da lã de vidro.....	51

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

LSF – Light Steel Framing

mm – Milímetro

NASFA – North American Steel Framing Alliance

ONU – Organização das Nações Unidas

OSB – Oriented Strand Board

PEX – Polietileno Reticulado

UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
2.1 QUALIDADE E PRODUÇÃO .....	15
2.2 A INDUSTRIALIZAÇÃO E A CONSTRUÇÃO RACIONAL.....	15
2.3 BREVE HISTÓRICO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING	16
2.4 O LIGHT STEEL FRAMING .....	18
<b>2.4.1 Perfis Utilizados</b> .....	21
<b>2.4.2 Fundações</b> .....	25
2.4.2.1 Laje Radier .....	25
2.4.2.2 Sapata Corrida ou Viga Baldrame .....	27
2.4.2.3 Ancoragem dos Painéis na Fundação .....	28
<b>2.4.3 Painéis</b> .....	30
2.4.3.1 Painéis Autoportantes ou Estruturais.....	30
2.4.3.2 Painéis Não-Estruturais .....	33
<b>2.4.4 Pisos e lajes</b> .....	33
2.4.4.1 Laje Úmida.....	35
2.4.4.2 Laje Seca.....	36
<b>2.4.5 Escadas</b> .....	37
2.4.5.1 Viga Caixa Inclinada.....	37
2.4.5.2 Painel com Inclinação .....	38
2.4.5.3 Painéis Escalonados + Painéis de Degrau .....	39
<b>2.4.6 Cobertura</b> .....	40
2.4.6.1 Coberturas Planas .....	41
2.4.6.2 Coberturas Inclinadas .....	42
<b>2.4.7 Instalações</b> .....	44
2.4.7.1 Instalações Hidráulicas e Sanitárias .....	45

2.4.7.2 Instalações Elétricas.....	46
<b>2.4.8 Isolamento Termoacústico.....</b>	<b>48</b>
2.4.8.1 Isolamento Acústico.....	49
2.4.8.2 Isolamento Térmico .....	50
<b>2.4.9 Fechamento Vertical.....</b>	<b>51</b>
2.4.9.1 Painéis de OSB .....	52
2.4.9.2 Placas Cimentícias .....	53
2.4.9.3 Gesso Acartonado .....	55
<b>3. MÉTODO .....</b>	<b>56</b>
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	56
3.2 OBJETIVOS E POPULAÇÃO DA PESQUISA .....	56
3.3 PLANO DE COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS .....	57
3.4 QUESTIONÁRIO UTILIZADO .....	57
<b>4. ANÁLISE DA PESQUISA.....</b>	<b>61</b>
4.1 RESULTADOS DA PESQUISA .....	61
<b>4.1.1 Perfis dos entrevistados (Primeira Seção) .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1.2 Análise das Opiniões dos Entrevistados (Segunda Seção).....</b>	<b>64</b>
<b>4.1.3 Análise do Nível de Conhecimento dos Entrevistados (Terceira Seção)...</b>	<b>70</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por métodos construtivos mais eficientes, capazes de alinhar altas taxas de produtividades e sustentabilidade está cada vez mais se tornando uma realidade no mundo da construção civil.

O Brasil ainda utiliza métodos artesanais e suas altas taxas de desperdícios e baixas produtividades, embora sinais de industrialização e modernização formam percebidos nessas últimas décadas. Mesmo sendo um dos maiores fornecedores de aço mundiais a utilização do mesmo como parte estrutural em edifícios é pouco expressivo quando comparado ao potencial da indústria do país (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Aproveitando do potencial siderúrgico do país vem crescendo a utilização de sistemas construtivos em aço no Brasil sendo um deles o *Light Steel Framing* (LSF). A expressão “*Steel Frame*” advém do inglês “*steel* = aço e “*frame* = construção, composição, invenção, disposição, concepção” (Dicionário Michaelis, 2016).

O *Light Steel Framing* é um método construtivo com concepção racional que utiliza perfis de aço galvanizado formados a frio para formação de painéis estruturais e não-estruturais revestidos com placas (madeira OSB, cimentícia, *drywall*) prontas para acabamento. Sendo um método industrializado, pode-se dizer que o LSF é um sistema, podendo assim ser denominado como um sistema autoportante em aço de construção a seco. Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.12) definem o *Light Steel Framing* como “(...) processo pelo qual compõe-se um esqueleto estrutural em aço formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma a mesma”.

Dentre as várias características do LSF, pode-se citar a redução de prazo de execução, redução de desperdícios, menor número de etapas de construção, facilidade de montagem e manuseio, construção a seco, entre outros atributos que exigem profissionais preparados, projetos detalhados e integrados para a realização efetiva do sistema construtivo e aproveitamento de suas vantagens.

Diante dos atributos já citados do LSF, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica, apontar e descrever as etapas construtivas e suas características, assim como os materiais utilizados e especificações técnicas. Por fim realizar uma pesquisa de levantamento sobre as opiniões e conhecimento, sobre este

sistema construtivo, dos alunos de arquitetura e engenharia civil da cidade de João Monlevade, Minas Gerais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 QUALIDADE E PRODUÇÃO

Qualidade pode ser definida como “o conjunto de atributos que tornam um bem ou serviço plenamente adequado ao uso para o qual foi concebido” (MAXIMIANO, 2004, p.177).

Roth (2011, p. 47) define produção como “fabricação de um objeto material, mediante a utilização de mão de obra, materiais e equipamentos”. Ainda segundo o autor “Os sistemas de produção são processos organizados que transformam insumos em produtos de maior valor, devendo se apresentarem dentro de padrões de qualidade e preço”.

Como já citado anteriormente o sistema construtivo convencional utilizado no Brasil é caracterizado por ser uma produção lenta, por ser um sistema manual, e com pouca automação a qualidade depende diretamente da mão de obra disponível muitas vezes não especializada. Os materiais utilizados, muitas vezes sem padronização e qualidade questionável. Outro fator que compromete diretamente a produção é o alto índice de retrabalho gerado pela falta racionalização e planejamento dos empreendimentos que utilizam desse método construtivo.

### 2.2 A INDUSTRIALIZAÇÃO E A CONSTRUÇÃO RACIONAL

No Brasil há um déficit habitacional que propicia a busca por soluções de modernizar o processo construtivo melhorando assim a qualidade do produto. Como os conjuntos habitacionais são utilizados como possível solução social, faz com que se caracterizem como uma indústria de manufatura através da produção e projeto. Fornecendo assim condições para o uso de tecnologias industriais (VIVIAN; PALIARI; NOVAES, 2010).

Segundo Furtado (2016, p. 19) “o sistema construtivo no país demanda um método de patamar tecnológico mais racionalizado e eficiente, diminuindo assim os danos ao meio ambiente e aumentando a velocidade produtiva das construções”.

A busca dos construtores no investimento de alternativas mais eficientes que possam gerar produtos com qualidade superior sem um aumento exacerbado nos custos (SILVA, 2003).

Dias (2001) apud Crasto (2005) discorre sobre a industrialização da construção civil, mão de obra qualificada, otimização de custos através da redução da geração de entulhos, padronização, racionalização e planejamento e execução rigorosas.

### 2.3 BREVE HISTÓRICO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.12)

O *Light Steel Framing* (LSF), assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes.

Ainda segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) o *Light Steel Framing* é “processo pelo qual compõe-se um esqueleto estrutural em aço formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma a mesma”. É um sistema autoportante a seco de rápida execução e possui maior controle no processo executivo devido ao fato de ser um sistema altamente industrializado (SOUZA, 2014).

O *Light Steel Framing* é um sistema construtivo composto por vários subsistemas, como fundação, estrutura, instalações hidráulicas, instalações elétricas, isolamento térmico e acústico e fechamento interno e externo. Para uma execução de excelência e qualidade é necessário um inter-relacionamento dos subsistemas durante todo o processo executivo desde a escolha da mão de obra até escolha dos materiais (SOUZA, 2014).

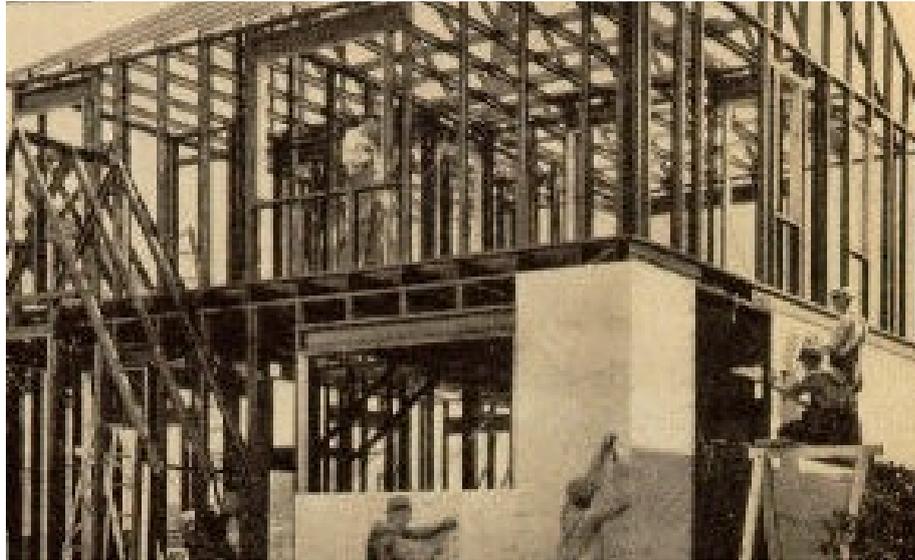
O LSF se divide em dois conceitos básico, sendo o *Frame* que é a parte estrutural que garante a forma e o suporte da construção, no caso utilizando componentes leves, e o *Framing* que consiste na técnica de unir e vincular esses elementos (RODRIGUES; CALDAS, 2016).

A técnica do *Framing* iniciou-se por volta do ano de 1810, nos Estados Unidos no começo do processo de conquista do território e em 1860 com a migração da costa do Oceano Pacífico. Com o aumento da população americana em dez vezes, a utilização de materiais em abundância, como madeira, conceitos de praticidade e produtividade deram início ao *Wood Framing* (RODRIGUES; CALDAS, 2016). ConsulSteel (2002) apud Santiago, Freitas e Crasto (2012) discorre sobre o *Wood Framing*, da época em questão, como o “método consistia em uma estrutura composta

de peças em madeira serrada de pequena seção transversal conhecido por *Balloon Framing*".

A partir do desenvolvimento do aço durante o século XX, no ano de 1933 nos Estados Unidos foi lançado na Feira Mundial de Chicago o modelo de residência em *Light Steel Framing* (Figura 1) utilizando perfis de aço como substituto da estrutura de madeira (FRECHETTE, 1999 apud SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 1 - Protótipo de residência em Steel Framing na Exposição Mundial de Chicago



Fonte: Crasto, 2005.

Com a evolução da fabricação dos perfis de aço juntamente com as vantagens físicas em relação a madeira, preço e qualidade pós Segunda Guerra Mundial a substituição da madeira pelo aço se tornou vantajoso para o setor construtivo (SOUZA, 2014). Devido a esses fatores e também pela capacidade estrutural de resistência a catástrofes naturais, como terremoto e furacões. O *Light Steel Framing* tornou-se um método constantemente adotado nos Estados Unidos da América.

Nos anos 90, devido a fatores como instabilidade no preço e na qualidade de madeira os americanos foram estimulados ao uso de perfis de aço nas construções residenciais (CRASTO, 2005). Ainda segundo o autor, de acordo com uma pesquisa realizada pela *North American Steel Framing Alliance* (NASFA) publicada em 2002, indicou que nos EUA participou de cerca de 1,5% do total do mercado de construção civil residencial, 2% no Canadá e em regiões como Havaí essa porcentagem pode atingir 40% no mesmo ano.

Após a Segunda Guerra Mundial no Japão foi necessária uma reconstrução de cerca de 4 milhões de casas destruídas pelos bombardeiros, assim surgiram as

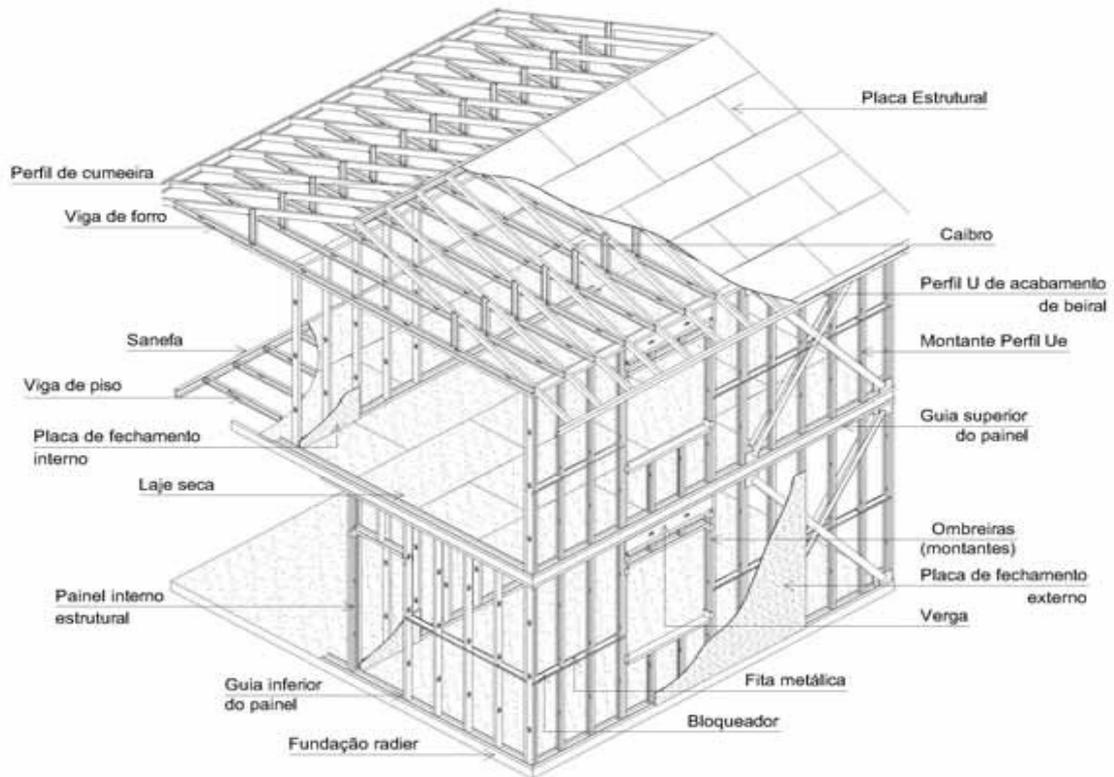
primeiras construções em LSF no país (METALMAG, 2004 apud CRASTO, 2005). A madeira por ser um material inflamável foi um dos grandes agravantes dos incêndios causados pela guerra. Devido a isso, o governo japonês limitou o uso de madeira somente em construções autoportantes com o objetivo de evitar a escassez de recursos florestais e juntamente incentivar a adoção de construções não-inflamáveis. Com esses incentivos a indústria de aço japonesa investiu em tecnologia e na produção de perfis leves de aço tornando assim o Japão o maior detentor conhecimento e tecnologia na área de construção civil com aços leves (CRASTO, 2005).

No Brasil prevalece o uso de métodos construtivos artesanais, com isso o LSF torna-se um método muitas vezes desconhecido pelos brasileiros. Como motivos desse desconhecimento pela construção civil brasileira tem-se a falta de domínio do método construtivo, mão de obra de baixo nível de instrução, falta de investimento.

#### 2.4 O LIGHT STEEL FRAMING

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), “basicamente a estrutura em LSF é composta de paredes, pisos e cobertura. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura”. Na Figura 2 pode-se observar um esquema de uma residência de *Light Steel Framing* com suas várias etapas de construção, desde a formação da estrutura autoportante, ao fechamento final.

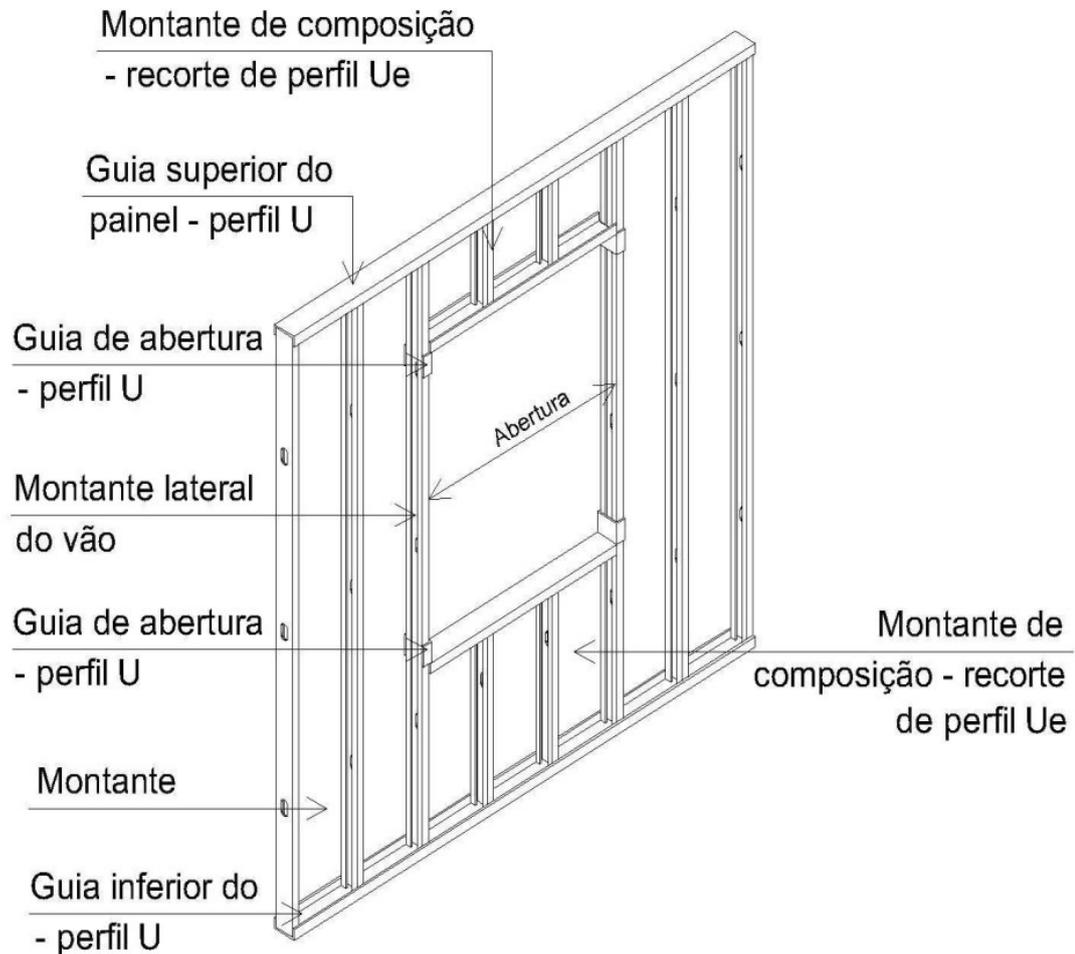
Figura 2 - Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Framing.



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

As paredes são constituídas pelos painéis estruturais ou autoportantes, compostos de perfis galvanizados denominados montantes, espaçados por 400 ou 600 mm entre si (Figura 3). O espaçamento é definido pelo cálculo estrutural que também determina a modulação do projeto. A modulação é responsável pela otimização dos custos e da mão de obra a medida que é padronizado os componentes estruturais, fechamento verticais e o revestimento. Além da utilização como estrutura das paredes, os painéis têm como função a distribuição uniforme das cargas até o solo. Para fechamento dos painéis são utilizadas placas cimentícias ou OSB (*Oriented Strand Board*) para parte externas e placas de gesso acartonado para parte interna.

Figura 3 - Padronização montantes e guias.



Fonte: Furtado, 2016

Para a vedação e acabamento é utilizado o sistema *DryWall* e placas OSB para paredes internas com tratamento hidrófugo, e tela de poliéster nas placas internas e externas, o que garante alto desempenho termo acústico e uma construção a seco por se tratar de um método e materiais industrializados. Com isso o sistema estrutural fica protegido por camadas das paredes e entrepisos (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Os pisos utilizam perfis galvanizados inseridos na horizontal e obedecendo a mesma modulação dos montantes. Os perfis são utilizados como vigas de piso que servem como estrutura de apoio para os materiais do contrapiso. O conceito de estrutura alinhada é utilizado através do apoio das vigas de piso nos montantes garantindo o alinhamento das almas tanto das vigas quanto dos montantes,

garantindo assim a predominância de forças axiais nos elementos estruturais (CRASTO, 2005).

A cobertura do LSF é condicionada à critérios estético e de projeto, com isso pode ser adotado cobertura plana utilizando laje do tipo *Steel Deck* com impermeabilização ou cobertura inclinada utilizando as mesmas técnicas aplicadas nas construções tradicionais, como o uso de tesouras de aço galvanizado. Em relação as telhas são utilizadas telhas cerâmicas, de aço, PVC, fibrocimento, entre outros, buscando sempre utilizar materiais leves e industrializados para evitar o uso de reforço na estrutura (SOUZA, 2014).

#### **2.4.1 Perfis Utilizados**

As estruturas metálicas utilizadas são formadas por dois tipos de perfis metálicos, sendo eles os perfis laminados e soldados e os perfis formados a frio. Segundo Souza (2014, p. 26), estes perfis são fabricados através da perfilagem de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, denominado aço galvanizado. Segundo Furtado (2016, p.21), o equipamento denominado perfiladeira realiza a movimentação da chapa de aço acima dos roletes que moldam a chapa e após a modelagem o perfil é reduzido para a dimensão original do projeto.

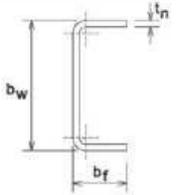
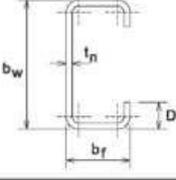
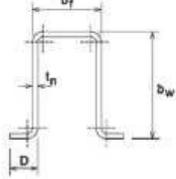
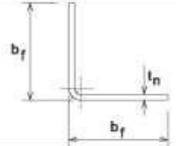
Figura 4 - Perfiladeira



Fonte: Furtado, 2016.

A padronização dos perfis, suas propriedades e espessuras, são regidas pelas normas NBR 6355 (ABNT, 2012) e NBR 15253 (ABNT, 2012). Segundo Crasto (2012, p.23), as seções mais utilizadas no ramo da construção civil são as com formato em “C” ou “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas e o “U” usado como guia de base e topo dos painéis. Na Tabela 1 é possível identificar as seções transversais dos perfis e suas aplicações.

Tabela 1 - Padronização dos Perfis e suas aplicações

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $U_e\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: NBR 15253, 2014.

Segundo Furtado (2016, p.21), os parafusos mais comuns no LSF são os autoatarraxantes e os autoperfurantes. Ainda segundo o autor, a fixação dos perfis de aço é realizada por parafusos do tipo lentilha, panela e sextavada, enquanto a fixação dos painéis nos perfis é realizada através do uso de parafusos de cabeça tipo trombeta.

Figura 5 - Padronização de parafusos

Tipo de ponta	Tipo de cabeça
 Ponta agulha – autoatarraxante – <i>Sharp point</i>	 Panela
	 Sextavada HWH
 Ponta broca – autoperfurante - S12 <i>Traxx – Drill point</i>	 Trombeta
	 Lentilha
 Ponta broca com asas – <i>Drill point</i>	 Oval “Lath”
	 Chata Dentada

Fonte: CSSBI, 2005; Pini, 2006; Walsywa, 2011 apud Furtado, 2016.

O parafuso utilizado para a ancoragem da estrutura do LSF na fundação é denominado *parabolt*. Este parafuso tem como características sua expansão a medida em que o mesmo é rosqueado e a grande resistência ao arranque, permitindo uma melhor fixação da estrutura na fundação. (FURTADO, 2016)

Figura 6 - Parafuso *parabolt*

Fonte: Ventura, 2012 apud Furtado, 2016.

## 2.4.2 Fundações

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 26) afirma que devido a leveza da estrutura do LSF e de seus componentes de fechamento a fundação é bem menos exigida se comparado a outros métodos construtivos. Porém, a estrutura distribui a carga uniformemente pelos painéis, a fundação deve ser contínua para suportar os painéis ao longo de sua extensão.

Assim sendo, Crasto (2005, p. 31) diz que o tipo de fundação depende de aspectos topográficos, como tipologia do solo, nível do lençol freático e da profundidade do solo competente. Ainda segundo a autora, é de suma importância destacar que para uma maior eficiência estrutural são necessários um bom projeto e uma boa execução da fundação.

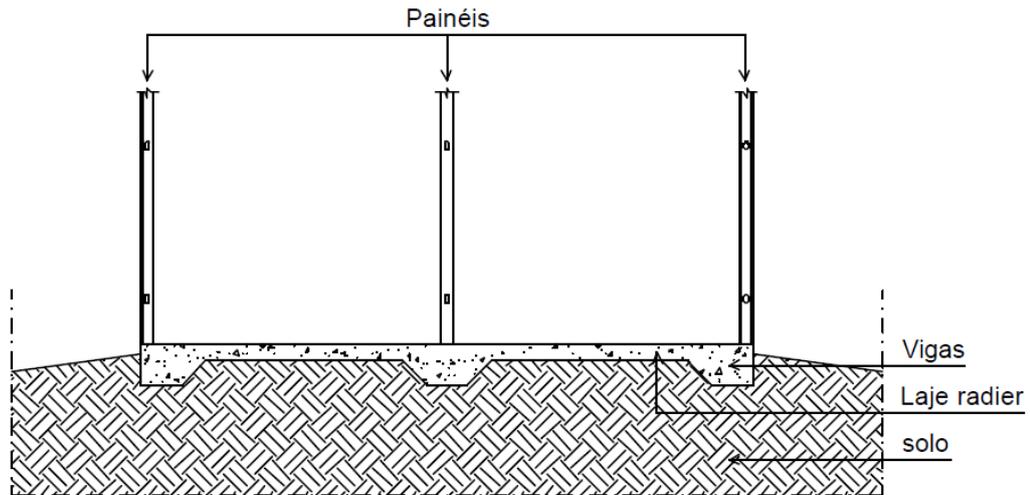
Com isso tem-se os dois tipos de fundações rasas mais utilizadas para a execução do LSF, sendo a laje radier e a sapata corrida (viga baldrame).

### 2.4.2.1 Laje Radier

Segundo Dória (2007, p. 04) “O radier é um tipo de estrutura de fundação superficial, executada em concreto armado ou protendido, que recebe todas as cargas através de pilares ou alvenarias da edificação, distribuindo-as de forma uniforme ao solo”.

O radier tem como componentes estruturais básicos a laje contínua de concreto e as vigas no perímetro da laje e sob as paredes estruturais. A laje radier é a fundação mais utilizada para construções em Steel Framing quando a tipologia do solo permite. (CRASTO, 2005).

Figura 7 - Corte esquemático de uma laje radier



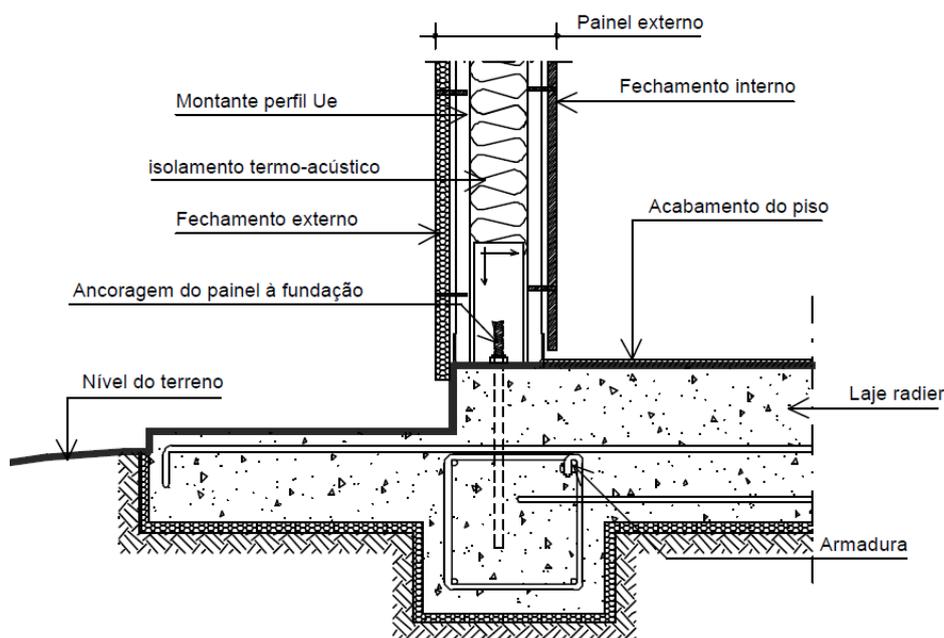
Fonte: Crasto, 2005.

Segundo Furtado (2016, p. 24)

Devem ser tomadas algumas precauções para construções de LSF que utilizam fundações do tipo radier, por exemplo: devido à dificuldade de se controlar a homogeneidade da superfície plana do radier, deve-se aplicar o contrapiso antes da montagem dos painéis, inclusive sob as guias. Além do mais, a superfície do concreto deve ter acabamento rugoso, para facilitar a aderência do contrapiso, quando de sua aplicação.

A ancoragem dos painéis estruturais do *Light Steel Framing* em uma laje radier é demonstrada pelo esquema abaixo:

Figura 8 - Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural à uma laje radier



Fonte: Crasto, 2005.

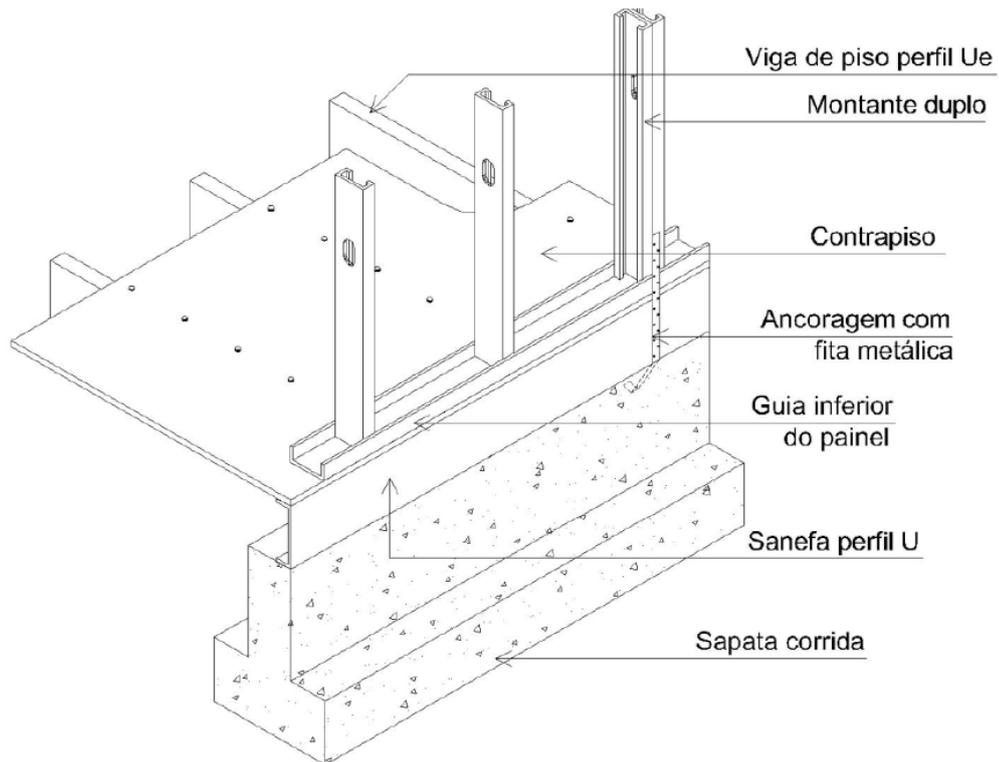
### 2.4.2.2 Sapata Corrida ou Viga Baldrame

Segundo Souza (2014, p. 33) a sapata corrida é um tipo de fundação rasa formada por vigas contínuas executadas sob os painéis estruturais, sendo de concreto armado, blocos de concreto ou alvenaria.

Furtado (2016, p.23) diz que as sapatas corridas são utilizadas com frequência em construções de terreno não nivelado. Este tipo de fundação transmite o peso das paredes e pilares de forma direta para o solo. O contrapiso é concebido por perfis galvanizados que são apoiados sobre a fundação constituindo assim uma estrutura de suporte aos materiais que formam o contrapiso. (CRASTO, 2005)

A ancoragem dos painéis estruturais do *Light Steel Framing* em uma sapata corrida é demonstrada pelo esquema abaixo:

Figura 9 - Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural à uma sapata corrida

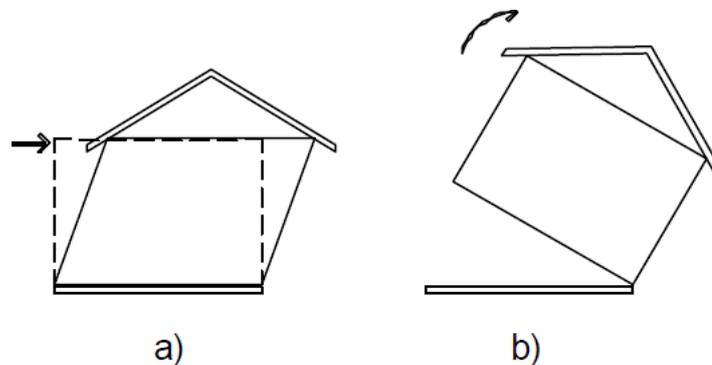


Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

### 2.4.2.3 Ancoragem dos Painéis na Fundação

Com o intuito de evitar movimentos e/ou deslocamentos da edificação devido a ação dos ventos é realizado a ancoragem da superestrutura na fundação. Segundo Crasto (2005, p.34) os movimentos podem ser de translação ou tombamento com rotação, sendo a translação uma ação em que o edifício, desloca-se de forma lateral a ação do vento e o tombamento é uma elevação da estrutura em que pode ocorrer a rotação causada por assimetria na direção em que os ventos tocam a edificação (Figura 10).

Figura 10 - Efeitos dos ventos: a) translação b) tombamento

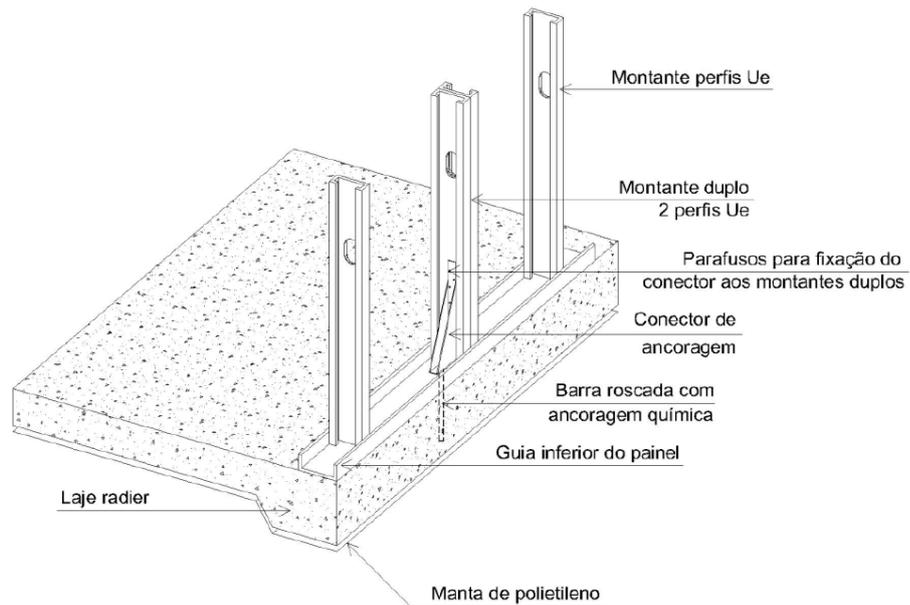


Fonte: Crasto, 2005.

Segundo ConsulSteel (2002) apud Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 35), a definição da ancoragem ideal e eficiente depende de aspectos como o tipo de fundação e solicitações que ocorrem na estrutura produzidas pelas cargas, condições climáticas e ocorrência de abalos sísmicos. Os tipos mais comuns de ancoragem para o LSF são: a química com barra rosçada; e a expansível com *parabolts*.

A ancoragem química é realizada depois da concretagem da fundação, essa ancoragem consiste em uma barra rosqueada com arruela e porca e fixada no concreto através da perfuração preenchida com uma resina química gerando um conjunto resistente com o concreto. A fixação da estrutura é realizada através de uma peça em aço conectada à barra rosqueada e à guia e parafusada ao montante duplo. (CRASTO, 2005)

Figura 11 - Esquema de ancoragem química com barra rosqueada



Fonte: Crasto, 2005.

A ancoragem mecânica através do uso dos *parabolts* é realizada através da expansão dos chumbadores, gerados por torque ou percussão. Segundo Souza (2014, p.35) a ancoragem através do torque utiliza de barras rosqueadas ou parafusos com roscas internas e externas que fixam ao furo por meio de atrito. Já na fixação com chumbadores à percussão, a ancoragem é gerada através da expansão da ponta do parabolts no substrato, gerado pelo impacto.

Ainda segundo Souza (2014, p. 36),

Durante o processo de montagem da estrutura no pavimento térreo, os painéis são fixados provisoriamente na fundação por meio de finca pinos acionados por pólvora, de forma a manter o prumo dos painéis enquanto são montados e conectados uns aos outros e até seja feita a ancoragem definitiva. Esse método de ancoragem também é utilizado para fixação de painéis não estruturais a fim de evitar o deslocamento lateral.

Figura 12 - Parafuso *parabolt*



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

### 2.4.3 Painéis

De acordo com Crasto (2005, p. 40), os painéis do LSF cumprem a função de componentes do sistema estrutural, e quando associados a elementos de fechamento, exercem a função de vedação vertical.

Souza (2014, p.37) afirma que

Quando constituem partes da estrutura são definidos como painéis estruturais ou autoportantes, sendo responsáveis por suportar as cargas da edificação. Podendo estes ser internos quanto externos. Quando os painéis são apenas elementos de fechamento ou vedação, são definidos como não-estruturais. Os painéis não-estruturais são utilizados como fechamento externo ou divisória interna e não tem função estrutural.

#### 2.4.3.1 Painéis Autoportantes ou Estruturais

Segundo Crasto (2005, p. 40), os painéis estruturais ou autoportantes sofrem ação de cargas horizontais, tais como vento ou abalos sísmicos, e de cargas verticais advindas dos pisos, telhados e de outros painéis. As cargas verticais advêm do peso próprio da estrutura, dos componentes construtivos e da sobrecarga de utilização. Com isso, os painéis têm como função a absorção e transmissão desses esforços para a fundação.

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 32) afirmam que “os painéis são compostos por determinada quantidade de elementos verticais de seção transversal tipo Ue que são denominados montantes, e elementos horizontais de seção transversal tipo U denominados guias.”

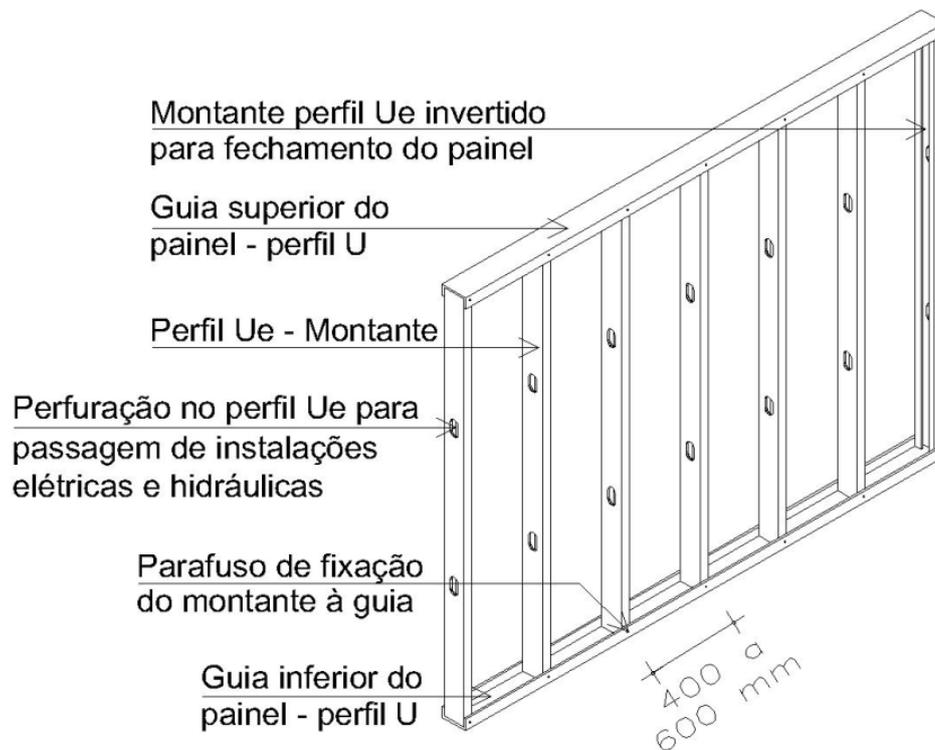
Conforme Castro (2005, p. 41) os montantes que compõem os painéis, tem como finalidade transferir as cargas verticais para a fundação, mantendo suas seções coincidindo de um nível para outro, gerando o conceito de estrutura alinhada. As vigas de piso, tesouras de telhado ou treliças precisam estar alinhadas aos montantes. Uma vez que isso não seja possível é necessário colocar sob o painel uma viga para distribuição uniforme das cargas excêntricas.

Os espaçamentos existentes entre os montantes seguem um padrão, sendo na maioria das vezes é de 400 ou 600 mm. A modulação existente é estabelecida pelos esforços que atuam no perfil, quanto maior o espaçamento maior será a carga submetida a eles. Porém, existem situações em que a concentração da carga exige

um espaçamento menor que o padrão, como por exemplo uma caixa d'água, em que é necessário adotar modulações que podem chegar a 200 mm para que os painéis sejam capazes de suportar a carga. (SOUZA, 2014)

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 33) a união das extremidades inferiores e superiores dos montantes é realizada nas guias, caracterizadas pelo perfil de seção U simples, que tem como função fixar os montantes para constituir um quadro estrutural. O comprimento das guias define não só a largura do painel, mas também o comprimento dos montantes (Figura 13).

Figura 13 - Painel em Light Steel Framing



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

De acordo com Souza (2014, p. 39) para unir os perfis que compõem a estrutura, o método mais comumente utilizado é a ligação feita por parafusos galvanizados do tipo auto perfurantes ou auto atarraxantes.

Como os montantes isolados não possuem capacidade de combater os esforços horizontais causados pelos ventos, é necessário a utilização de ligações rígidas ou de elementos para a transferência desses esforços para a fundação. Com o objetivo de combater os esforços horizontais nas estruturas do LSF, as combinações mais utilizadas são: o uso de contraventamento nos painéis combinado ao diafragma

rígido no plano horizontal (piso) e o fechamento da estrutura com placas que funcionam como diafragmas rígidos no plano vertical (painéis) (CRASTO, 2005).

Conforme Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 38) o método de estabilização mais comum da estrutura do LSF é o contraventamento em "X", e consiste na utilização de fitas de aço galvanizado que são fixadas na face do painel, cuja espessura, espessuras e localização é determinada pelo projeto estrutural (Figura 14).

Figura 14 - Painel em LSF com contraventamento em "X"



Fonte: Crasto, 2005.

Souza (2014, p. 48) diz que o sistema de diafragma rígido é possível com a adoção de materiais de fechamento externo para os painéis estruturais como parede diafragma ou parede de cisalhamento. São placas estruturais que tem a capacidade de prover um aumento da resistência para o painel, pois absorvem as cargas laterais transmitidas para a estrutura, através das ações dos ventos ou abalos sísmicos.

Para tal função são utilizadas as placas OSB (*Oriented Strand Board*), que são painéis estruturais formados por tiras de madeira orientadas em três camadas perpendiculares, com o objetivo de aumentar a resistência mecânica e sua rigidez. As tiras são de madeira que na maioria das vezes são provenientes de reflorestamento,

unidas por resina e prensadas em alta temperatura (FIGURA 15). (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 15 - Placas de OSB



Fonte: Crasto, 2005.

#### 2.4.3.2 Painéis Não-Estruturais

Segundo Crasto (2005, p. 66) painéis não-estruturais são os que não suportam o carregamento da estrutura e sim o peso próprio dos componentes que os constituem, além de ter a função de fechamento externo e servir como divisória interna. Para execução de divisórias internas o sistema mais utilizado é o *DryWall*, gesso acartonado, em que as seções dos perfis possuem menores dimensões e espessura. Já para a execução do fechamento externo é recomendado o uso dos mesmos perfis utilizados nos painéis estruturais, devido ao peso dos componentes de fechamento e revestimento.

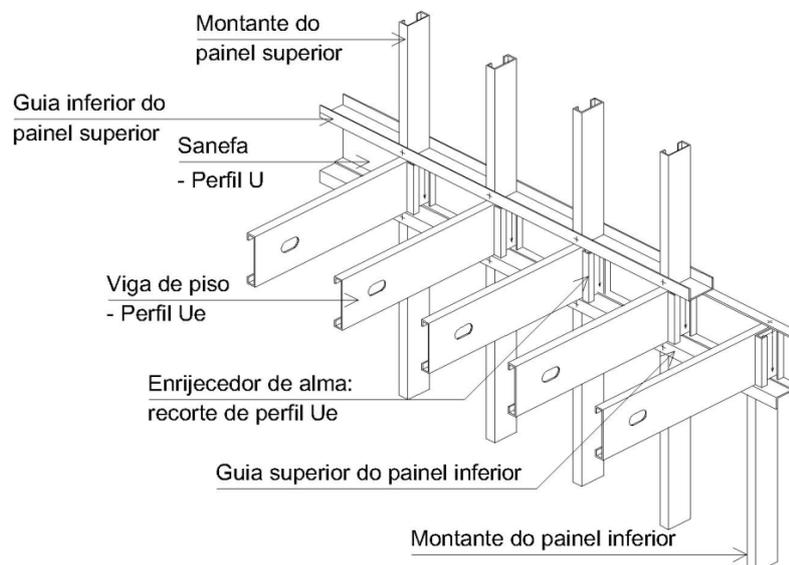
#### 2.4.4 Pisos e lajes

Para a execução dos pisos é comumente utilizado os mesmos princípios dos painéis, que são perfis galvanizados com separação equidistante dos elementos estruturais ou determinada através das cargas que os perfis estão submetidos,

utilizando a mesma modulação para toda estrutura, como painéis, lajes e telhados (CRASTO, 2005).

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 52) os perfis utilizados para o piso são denominados vigas de piso (Figura 16), utilizam perfis de seção Ue, ordenados horizontalmente, em que as mesas têm as mesmas medidas das mesas dos montantes, já a altura da alma é estabelecida por variáveis, como modulação da estrutura e o vão entre os apoios. A disposição das vigas de piso deve estabelecer a menor distância entre os apoios, gerando perfis de menor altura.

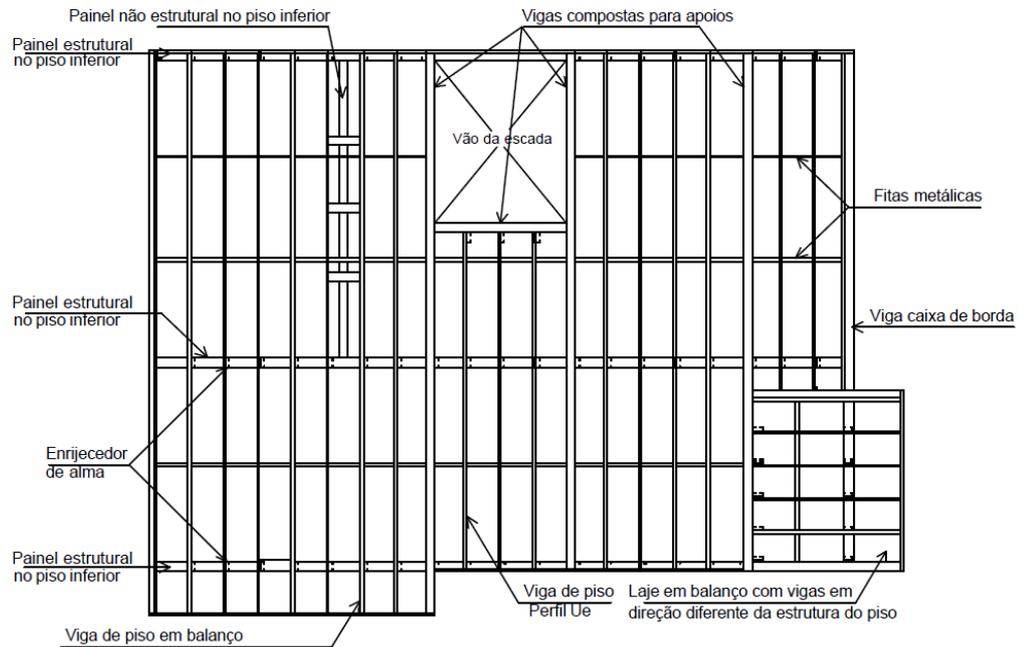
Figura 16 - Estrutura em LSF do piso



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

Crasto (2005, p. 73) diz que as vigas de piso têm como função a transmissão das cargas que estão submetidas, como peso próprio da laje, pessoas, mobiliários, equipamentos e etc, para os painéis e também servem como estrutura de apoio do contrapiso. Quando assumem a função estrutural podem também funcionar como diafragma horizontal, desde que estejam conectados às vigas de piso (Figura 17).

Figura 17 - Planta estrutural de piso em LSF



Fonte: Crasto, 2005.

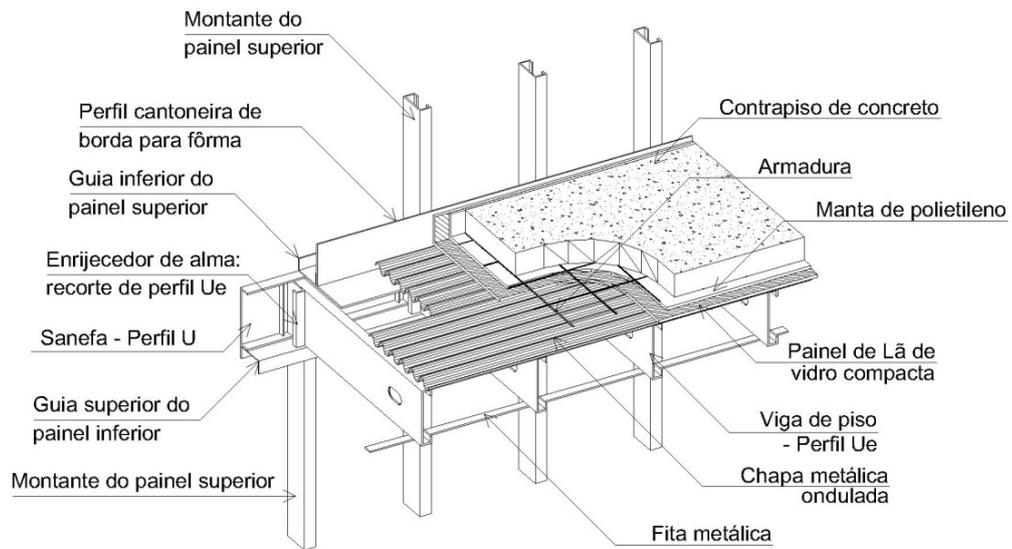
Conforme a natureza do contrapiso existem dois tipos de laje no LSF, laje do tipo úmida e do tipo seca, sendo a primeira caracterizada pelo uso de uma chapa metálica trapezoidal parafusada às vigas e preenchida com concreto e a segunda caracterizada pelo uso de placas rígidas de OSB ou cimentícias que também são parafusadas à estrutura do piso.

#### 2.4.4.1 Laje Úmida

Segundo Souza (2014, p. 66) a laje úmida é formada por uma chapa de aço que funciona como forma para o concreto e é parafusada às vigas de piso, a camada de concreto simples varia de 4 a 6 cm formando assim o contrapiso.

Crasto (2005, p. 76) diz que o contrapiso de concreto é utilizado como base para execução do acabamento do piso (cerâmico, madeira, pedras, lâminas e etc.) e para evitar patologias como fissuras no concreto é crucial o uso de uma armadura de distribuição antes de executar a concretagem.

Figura 18 - Esquema de laje úmida



Fonte: Crasto, 2005.

#### 2.4.4.2 Laje Seca

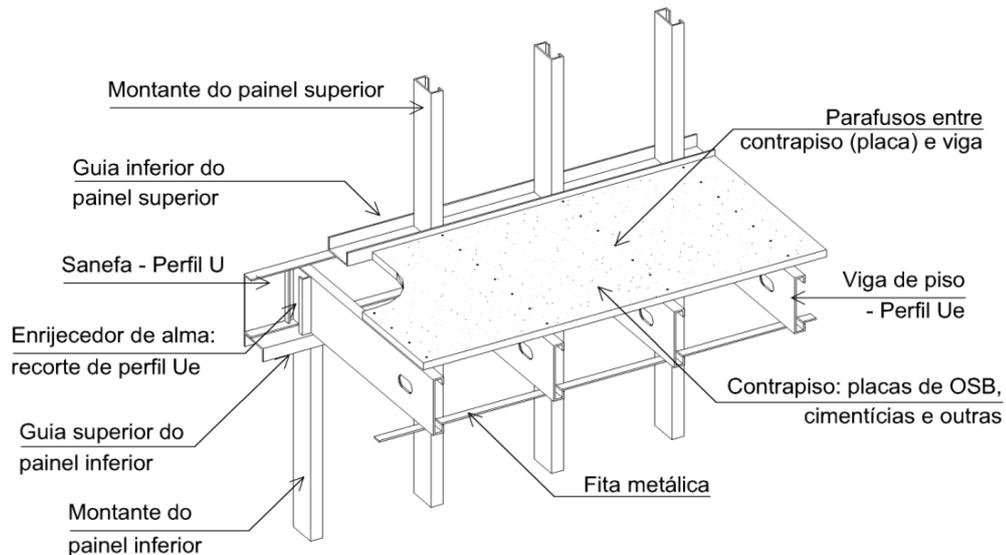
Crasto (2005, p. 78) afirma que a laje seca é caracterizada pelo uso de placas rígidas parafusadas nas vigas de piso, servindo como contrapiso e também funcionar como diafragma horizontal, quando placas estruturais.

Segundo ConsulSteel (2002) apud Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 55), “A escolha do tipo e da espessura da placa está relacionada com a deformação requerida pelas próprias características da mesma, e fundamentalmente com o tipo de revestimento a utilizar”.

A placa comumente utilizada para a laje seca é o OSB com 18 mm de espessura, pois tem como características a leveza, a facilidade de instalação e propriedades estruturais que facilitam seu uso como diafragma horizontal. (SOUZA, 2014).

Crasto (2005, p. 79) afirma que o uso da laje seca é vantajoso devido a menor cargas por peso próprio e por se tratar de uma construção a seco, sem a necessidade do uso de água para sua execução (Figura 19).

Figura 19 - Esquema de Laje Seca



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

## 2.4.5 Escadas

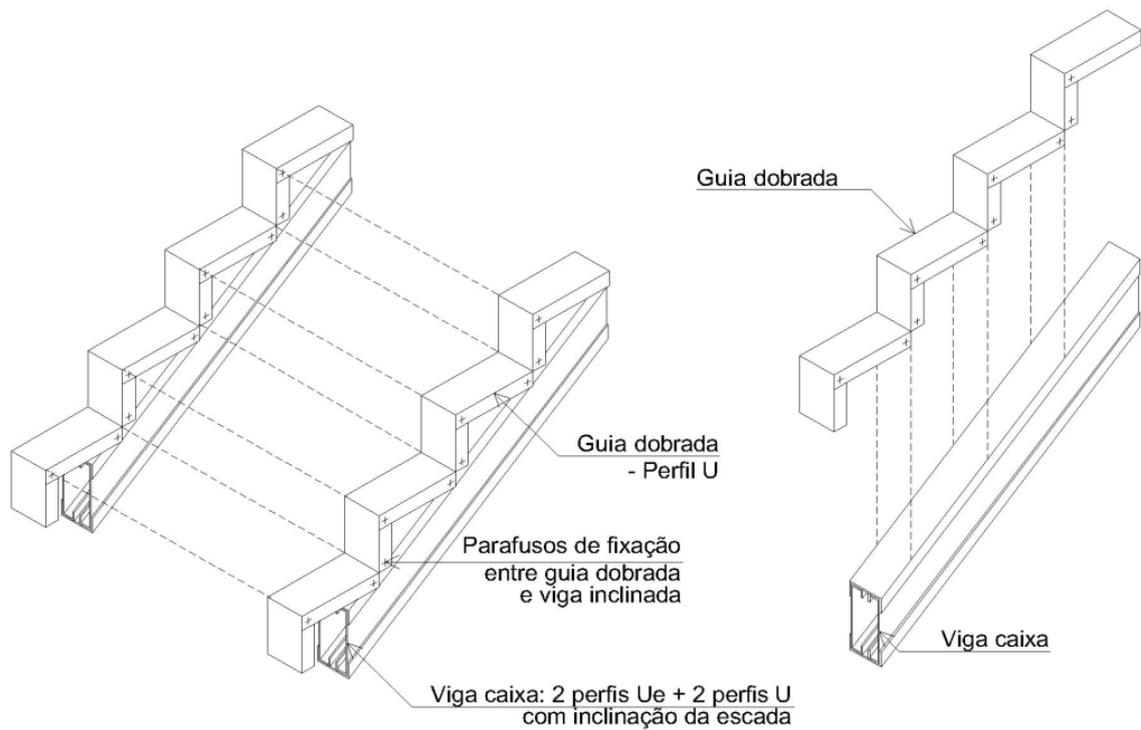
No *Light Steel Framing* as escadas são formadas pela conciliação de perfis U e UE, que utilizam normalmente os mesmos perfis para os painéis. A construção dos degraus e espelhos é utilizado os painéis rígidos, como placas de OSB ou cimentícias parafusadas na estrutura. (CRASTO, 2005).

De acordo ConsulSteel (2002) apud Crasto (2005, p. 90) existem vários métodos para a construção de escadas, no entanto a escolha viável depende do tipo adotado, escada aberta ou fechada, e do tipo de contrapiso utilizado. Os métodos mais utilizados são: viga caixa inclinada, painel com inclinação; painéis escalonados + painéis degrau.

### 2.4.5.1 Viga Caixa Inclinada

Conforme Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 61) esse método utiliza uma guia dobrada em degraus, guia-degrau, unida a uma viga caixa com inclinação determinada de maneira que apoie no contrapiso (Figura 20). O lance da escada é formado pelo par dessa composição, e proporciona o apoio do contrapiso que pode ser formado por placas de OSB ou pranchas de madeira maciça. Sendo um método indicado para escadas abertas.

Figura 20 - Esquema de escada tipo viga caixa inclinada

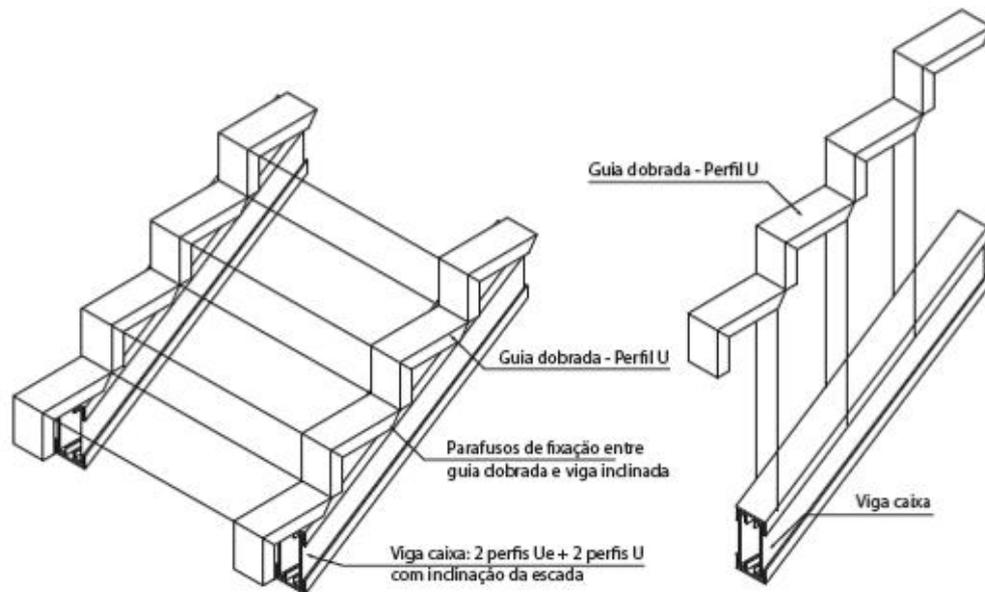


Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

#### 2.4.5.2 Painel com Inclinação

Este método é composto por uma guia-degrau unida a um painel inclinado de acordo com o projeto (Figura 21). Através do uso do par dessa composição é formado o lance da escada e o contrapiso constituído por placas de OSB ou prancha de madeira maciça. Sendo assim um método indicado para escadas fechadas. (SOUZA, 2014).

Figura 21 - Esquema de escada tipo viga inclinada



Fonte: Souza, 2014.

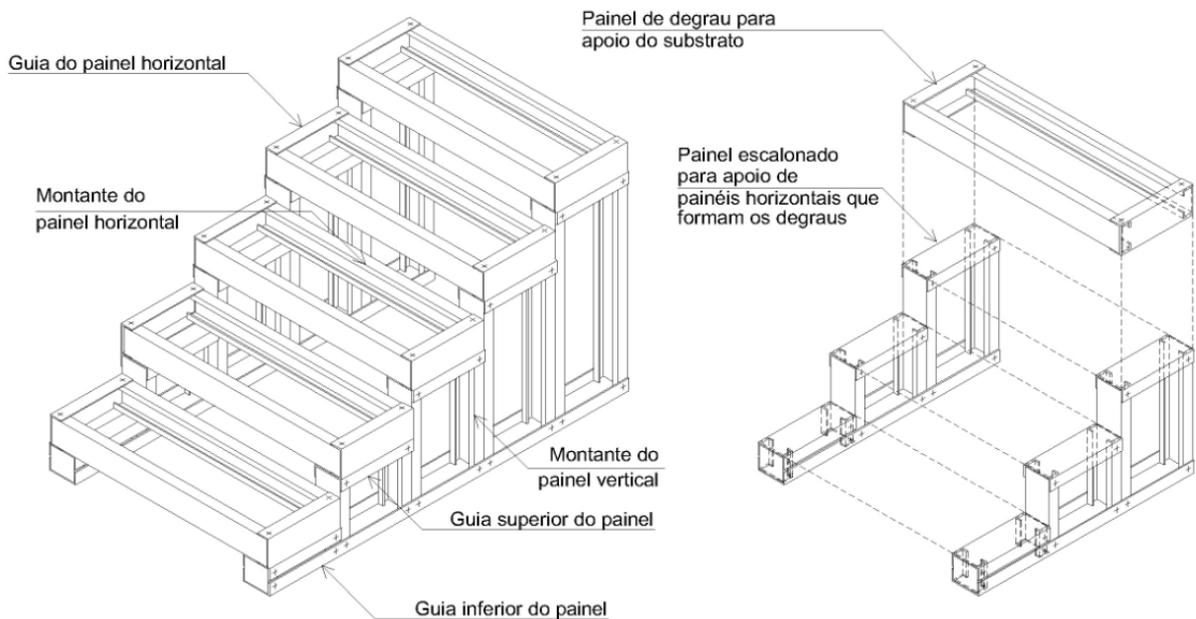
- Guia-degrau

Segundo Crasto (2005, p. 92) o uso da guia-degrau se faz necessária para permitir o escalonamento da escada, tanto no método de Viga Caixa quanto no método Painel Inclinado. A peça é formada através da dobragem de uma guia de perfil U, intercalando entre a medida do piso e espelho. Nas Figura 20 e Figura 21 este elemento é denominado como “guia dobrada”.

#### 2.4.5.3 Painéis Escalonados + Painéis de Degrau

Neste método, segundo Crasto (2005, p. 92), os painéis horizontais formados por dois perfis guias (U) e dois perfis (Ue) são utilizados como base do substrato que se apoiam nos painéis verticais, onde os montantes possuem a altura correspondente a cada degrau, obtendo assim o escalonamento necessário para a inclinação da escada (Figura 22). O painel escalonado é montado como um painel único formado por uma guia inferior contínua para todos os montantes.

Figura 22 - Esquema de escada tipo painéis escalonados



Fonte: Crasto, 2005.

Segundo Souza (2014, p. 74), o método em questão é o único dos três métodos que pode ser utilizado em piso úmido. O piso úmido é executado a partir de uma fôrma de madeira colocada por baixo de cada painel de degrau e preenchendo com concreto o vazio entre os perfis horizontais.

#### 2.4.6 Cobertura

Segundo Crasto (2005, p. 94) o sistema *Light Steel Framing* possibilita a utilização de vários projetos de cobertura da mesma forma que acontece nas construções convencionais. A estrutura de do LSF tem o mesmo princípio estrutural dos telhados convencionais em madeira para telhados inclinados.

Conforme Moliterno (2003) apud Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 64), o telhado é formado por duas partes básicas:

- cobertura: pode ser utilizado materiais variados desde que sejam impermeáveis às águas pluviais e resistentes a ações como vento e intempéries;
- armação: parte que corresponde ao conjunto dos elementos estruturais, como ripas, caibros, tesouras e contraventamentos, que são responsáveis por sustentar a cobertura.

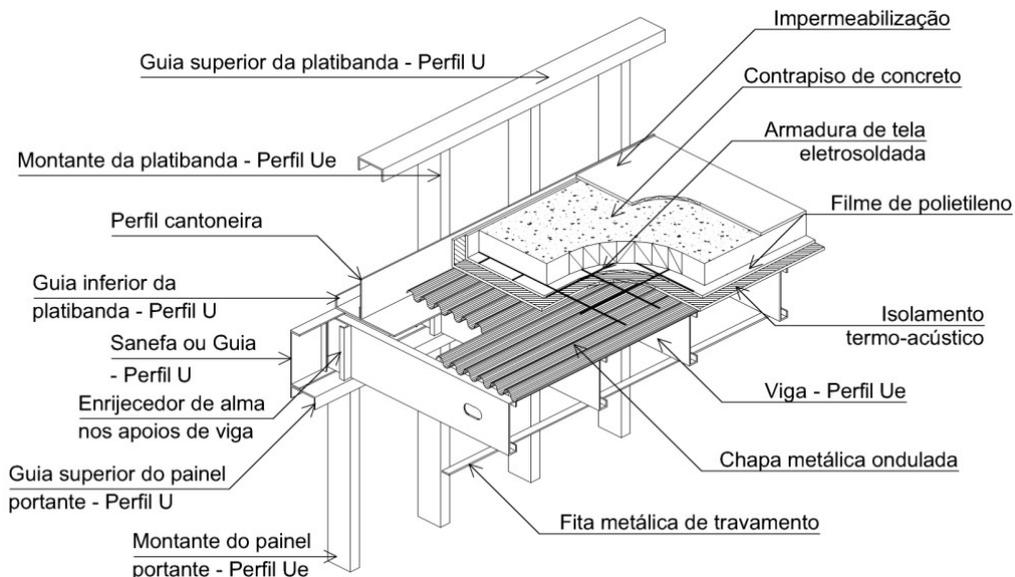
Souza (2014, p. 76) diz que a estrutura de cobertura em LSF, assim como em uma construção convencional, tem como princípios básicos, suportar o seu peso próprio (componentes estruturais, revestimentos de cobertura, materiais de isolamento, equipamentos ou elementos fixados à estrutura, entre outros), as cargas advindas do clima como vento, chuva, neve e entre outros. No projeto também deve constar drenagem das águas pluviais.

Ainda segundo Souza (2014), existe uma grande variedade de soluções estruturais para a cobertura de uma edificação em LSF, e a escolha é diretamente ligada a fatores técnicos e econômicos. Nesse contexto os tipos de cobertura mais utilizados neste sistema, são as coberturas inclinadas e as coberturas planas.

#### 2.4.6.1 Coberturas Planas

ConsulSteel (2002) apud Crasto (2005, p. 95) afirmam que embora serem menos usual, as coberturas do tipo planas utilizam uma laje úmida com inclinação no sentido do caimento de água obtida através da variação da espessura do contrapiso (Figura 23).

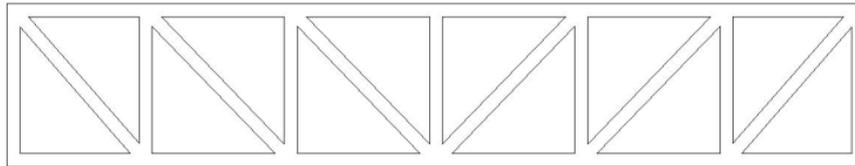
Figura 23 - Esquema de cobertura plana



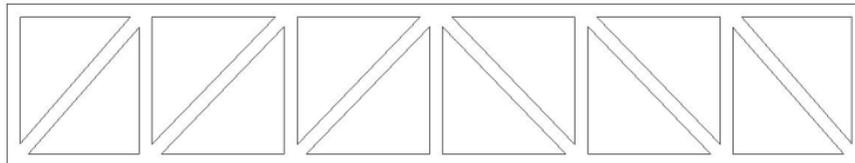
Fonte: Crasto, 2005.

Quando há grandes vãos sem apoios intermediários, segundo Crasto (2005, p. 96), é utilizado treliças planas galvanizados de perfis Ue, essas treliças podem ser usadas em estruturas de piso que demandam grandes carregamentos e vãos (Figura 24).

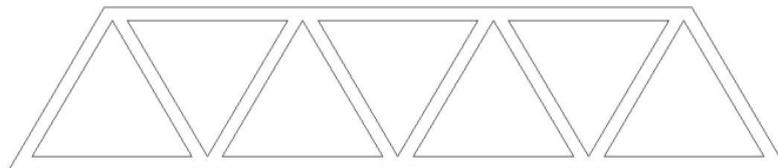
Figura 24 - Tipos de treliças planas para LSF: (A) e (B) retangular e (C) trapezoidal



A



B



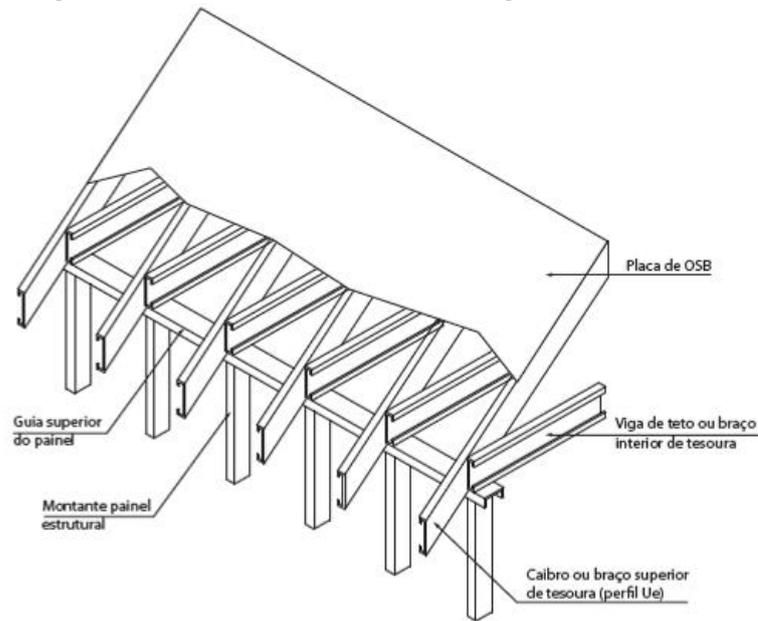
C

Fonte: Crasto, 2005.

#### 2.4.6.2 Coberturas Inclinadas

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 65), telhados inclinados em LSF é equivalente à de um telhado convencional, no entanto a armação de madeira é modificada por perfis galvanizados. O intuito de possibilitar o princípio da estrutura linhada, a alma dos perfis deve estar alinhada a alma dos montantes dos painéis de apoio e suas seções (Figura 25). Quando esse princípio não for possível, a utilização de uma viga com função de distribuir as cargas aos montantes deve ser usada. Os telhados inclinados podem ser obtidos através de estruturas formadas por caibros, tesouras ou treliças.

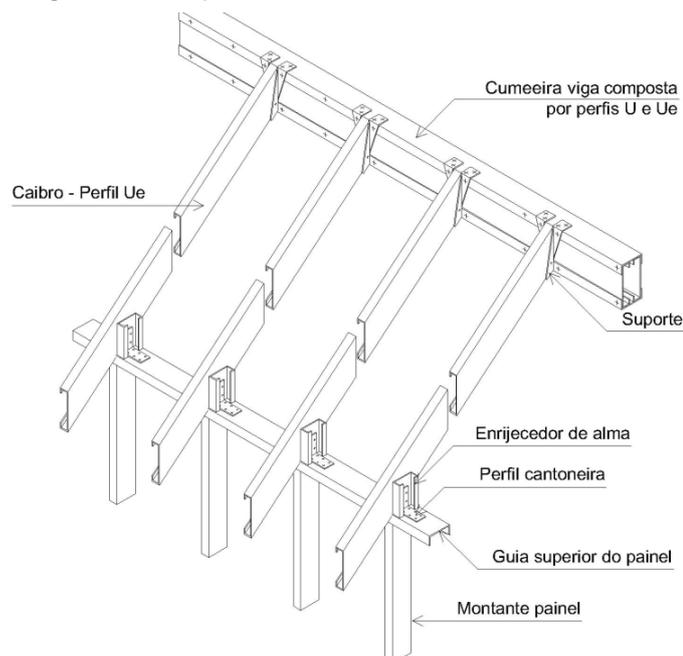
Figura 25 – Alinhamento de caibros e vigas com montantes



Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012.

Sobre a estrutura típica, Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 65) dizem que consiste no uso de dois caibros, onde as extremidades são apoiadas nos painéis e formam a inclinação determinada no encontro dos elementos no topo da cobertura (cumeira), transferindo o seu peso próprio e de outros carregamentos através dos caibros aos painéis e por fim à fundação (Figura 26).

Figura 26 - Esquema de telhado estruturado em caibro



Fonte: Crasto, 2005.

Souza (2014, p. 80) diz que as coberturas do sistema LSF permitem variados tipos de acabamento ou telhas, porém em alguns tipos de telhas cerâmicas ou *shingles* é indispensável em uso de um substrato de apoio utilizando placas OSB protegidos por um tipo de manta impermeável. Para o uso de telhas cerâmicas há necessidade de colocar perfis tipo cartola em paralelo aos caibros sobre o OSB com o objetivo de possibilitar o escoamento da água. As telhas *shingles* são fixadas diretamente sobre as placas de OSB. Por fim, as telhas de aço podem atuar como diafragmas rígidos, e as peças de contraventamento como caibros, trabalham como terças quando arranjados nas suas mesas superiores unificando o sistema e servindo de base para afixação das telhas de aço.

#### **2.4.7 Instalações**

Segundo Souza (2014, p. 104), as instalações prediais, como instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, telefônicas, internet, gás, TV ou de aquecimento solar, no sistema LSF não se difere das instalações utilizadas em edificações convencionais em alvenaria. Fundamentos básicos de instalações como dimensionamento, perdas de carga e caminhamento das instalações, devem ser seguidos para a utilização no *Light Steel Framing*, mantendo assim idêntico o desempenho de todas as instalações do sistema construtivo.

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 108), as tubulações das instalações utilizam os vazios das paredes e forros do sistema LSF como passagem, o que permite uma leitura de toda obra como um *shaft* visível, viabilizando assim execução e manutenção dos sistemas. Na execução, há uma redução do volume de resíduo gerado a quase zero e um ganho na rapidez de instalação, o que não ocorre na construção convencional, devido a necessidade de retrabalho (quebra de paredes para a passagem de tubos ou dutos). No sistema *Light Steel Framing*, para a manutenção das instalações já existentes ou para acrescentar novas instalações é necessário seguir alguns passos, são eles: cortar a placa de gesso no local desejado criando uma abertura para acesso ao interior da parede; reparar a instalação; posicionar a placa de gesso removida ou outra nova com dimensões semelhantes; fixar e parafusar a placa no perfil metálico; e tratar as juntas ao redor da área recortada com massas e fitas específicas. O método de realização das paredes e forros em LSF propicia a visualização das instalações durante a execução promovendo uma maior

agilidade e diminuindo a chance de erros e danos acidentais ao fim do processo (Figura 27).

Figura 27 - Instalação predial antes do fechamento interno



Fonte: Souza, 2014.

A etapa de execução das instalações deve ser realizada somente após o término completo da montagem das estruturas de paredes, lajes e cobertura em LSF, para minimizar a exposição dos instaladores a riscos, como quedas de peças. Também é aconselhável que os revestimentos externos, esquadrias e coberturas já estejam terminados, para criar um local de trabalho mais propício e confortável para os instaladores, reduzindo as possibilidades de acidentes e riscos de danos às instalações em virtude da chuva e do vento.

#### 2.4.7.1 Instalações Hidráulicas e Sanitárias

Souza (2014, p. 109) diz que dos sistemas hidráulicos de água quente e fria disponíveis no mercado, o PEX (polietileno reticulado) é o que mais usado e que tem maior compatibilidade com o conceito do *Light Steel Framing*, proporcionando grande flexibilidade, agilidade e facilidade na instalação. Os kits hidráulicos contem cavaletes

com tubulações rígidas de esgoto que ficam embutidas nas paredes, chicotes constituídos de PEX flexíveis para água fria e quente, encaixes para conexão e registros. Para a fixação dos registros é necessário a instalação de uma peça auxiliar (metálica ou de policarbonato), no interior da parede (Figura 28).

Figura 28 - Sistema PEX instalado em construção LSF



Fonte: Souza, 2014.

Ainda segundo o autor, o uso de vasos sanitários com válvula de descarga convencional não é indicado para projetos em LSF, devido a vibração gerada pela descarga e por não possuir peças adaptadas para fixação nas placas de revestimento. Sendo assim, é recomendável a utilização de bacias sanitárias com caixa acoplada alimentadas por pontos de água fria.

#### 2.4.7.2 Instalações Elétricas

Segundo Souza (2014, p. 111), o kit para as instalações elétricas é composto por quadro elétrico, e conjunto de fiação, sendo alguns componentes são produzidos especificamente para construção em *Light Steel Framing*, como a caixa de eletricidade que é adaptada para a instalação nas placas de revestimento (Figura 29).

Figura 29 - Quadro elétrico em construção LSF



Fonte: Souza, 2014.

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 115) afirmam que nas construções em LSF, os conduítes são instalados pelos furos de serviços localizados nos montantes e vigas de piso. Os eletrodutos devem ser fixados nos perfis para o funcionamento ideal das instalações e para evitar deslocamentos indesejáveis, para isso é necessário o uso de espumas expansivas ou peças plásticas de proteção (Figura 30).

Figura 30 - Eletroduto fixado com peça plástica



Fonte: Souza, 2014

### 2.4.8 Isolamento Termoacústico

De acordo com Crasto (2005, p. 165),

O desempenho termoacústico de uma edificação é determinado pela sua capacidade de proporcionar condições de qualidade ambiental adequadas ao desenvolvimento das atividades para o qual ela foi projetada. Esse desempenho é influenciado por uma série de fatores. Entre estes podemos citar a localização e posicionamento do edifício e suas dependências, os tipos de fechamentos e coberturas, seus revestimentos e cores, tipos de esquadrias, tamanho e posicionamento das aberturas, etc.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 89), isolamento termoacústico é um modo de controle da qualidade do conforto dentro de um ambiente para que as condições externas não influenciem as internas, evitando a entrada de sons, perdas ou ganhos de calor para o meio externo.

Sobre as diferenças entre as construções convencionais em alvenaria e o *Light Steel Framing*, no quesito de isolamento termoacústico, Souza (2014, p.94) diz que enquanto nos métodos convencionais utilizam materiais de grande massa ou densidade, o LSF baseia em conceitos de multicamadas, que é caracterizado pelo arranjo de placas leves de fechamento afastadas, gerando vazio entre elas, que é ocupado pelo material isolante como a lã mineral (Figura 31). Sendo assim, com o uso de várias dessas camadas de placas ou aumentando a espessura do material isolante é possível obter um melhor desempenho do sistema.

Figura 31 - Instalação de lã de vidro em painel



Fonte: Souza, 2014.

### 2.4.8.1 Isolamento Acústico

De acordo com Crasto (2005, p. 167) “O isolamento acústico ocorre quando se minimiza a transmissão de som de um ambiente para outro ou do exterior para dentro do ambiente e vice-versa”.

A Classe de Transmissão de Som Aéreo (CTSA) indica a capacidade do material de diminuir o nível sonoro entre dois ambientes, dada em decibéis (dB), como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Classe de transmissão sonora

Componente da Construção	CTSA
Parede de tijolo com 25 cm	52
Placa de vidro de 6 mm	26
Bloco de concreto celular autoclavado	45
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 12,5 mm em ambos os lados sem isolamento com lã mineral	33
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados sem isolamento com lã mineral	34
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 12,5 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 50 mm de espessura	36
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 50 mm de espessura	38
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 600 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75 mm de espessura	45-49
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 600 mm com 2 placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75mm de espessura	50-54

Fonte: Santiago; Freitas; Crasto, 2012

Souza (2014, p. 96) afirma que o sistema LSF utiliza o princípio de painéis em massa-mola-massa, em que ao invés de uma parede de massa, é usado o conceito de camadas separadas de massa, cujo o vazio entre elas é ocupado com elemento absorvente obtendo assim uma redução da transmissão do som entre as camadas de massa.

Ainda segundo Souza (2014), materiais porosos e/ou fibrosos possuem uma alta absorção acústica, sendo um exemplo a lã de vidro que é um material fibroso com grande capacidade de isolamento sonoro e um dos mais utilizados em construções de LSF. O índice de Redução Acústica ( $R_w$ ) da lã de vidro pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Índice de Redução Acústica ( $R_w$ ) da lã de vidro

	<b>Parede Simples</b>	<b>Parede Dupla</b>	<b>Parede Simples</b>	<b>Parede Dupla</b>	<b>Parede Simples</b>	<b>Parede Dupla</b>
<b>Espessura da lã de vidro (mm)</b>	50	50	75	75	100	100
<b><math>R_w</math> (dB)</b>	43	50	47	55	52	58

Fonte: Souza, 2014.

#### 2.4.8.2 Isolamento Térmico

Crasto (2005, p. 170) afirma que o isolamento térmico tem como principal intuito controlar as perdas de calor no inverno e os ganhos de calor no verão. Para avaliação do desempenho térmico é utilizado como indicador a resistência térmica ou a condutividade térmica dos elementos usados nas construções, porém é necessário fazer uma avaliação simultânea de todas as trocas térmicas dinâmicas que ocorrem nos ambientes, por conta das condições climáticas do país.

Segundo Souza (2014, p. 97) o material muitas vezes utilizado como isolante térmico e acústico em construções em LSF é a lã de vidro. Os parâmetros de análise do desempenho e comportamento térmico das edificações em LSF podem ser observados na Tabela 4, os painéis de vedação são formados por placas de gesso e preenchido com lã de vidro.

Tabela 4 - Resistência Térmica e Condutividade da lã de vidro

<b>Espessura da lã de vidro</b>	<b>Condutividade Térmica (W/m °C)</b>	<b>Resistência Térmica (m<sup>2</sup> °C/W)</b>
50 mm	0,042	1,19
75 mm	0,042	1,78
100 mm	0,042	2,38

Fonte: Souza, 2014.

#### 2.4.9 Fechamento Vertical

De acordo com Crasto (2005, p. 122) “O sistema de fechamento vertical é composto pelas paredes externas e internas de uma edificação”. Para o fechamento do sistema LSF é utilizado componentes formados por elementos leves, obedecendo o conceito da estrutura dimensionada afim de suportar vedações de baixo peso próprio. Os elementos são locados na parte externa da estrutura como uma “pele” e simultaneamente com os perfis galvanizados formam as vedações internas e externas da construção.

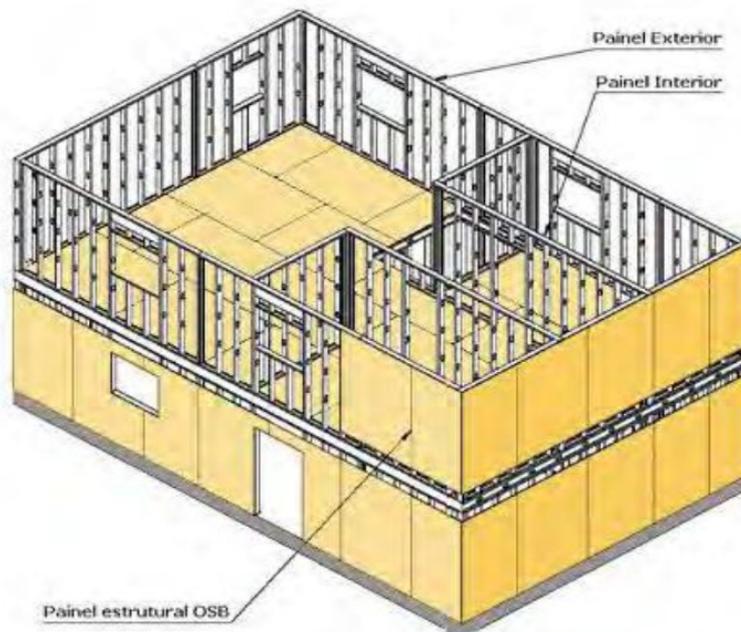
Ainda segundo Crasto (2005), o fechamento do LSF é regido pelo conceito fundamental de possibilitar a utilização de sistemas racionalizados com objetivo de promover uma maior racionalização da construção. Nesse contexto, o *Light Steel Framing* possui um grande potencial de industrialização, devido a modulação estrutural que é otimizada para uso de chapas ou placas padronizadas. Também deve ser destacado o uso de matérias que proporcionam uma obra “seca”, reduzindo ou até eliminando etapas executivas que utilizam argamassa e similares.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 79), “a capacitação da mão-de-obra para instalação de sistemas *DryWall* muito influenciou na disseminação do uso do OSB e placa cimentícia, pelo método de instalação ser similar e a tecnologia encontrar-se amplamente difundida no Brasil”. Com isso os materiais mais utilizados para fechamento vertical no Brasil são: OSB, placa cimentícia e gesso acartonado.

#### 2.4.9.1 Painéis de OSB

Segundo Souza (2014, p. 83), as placas de OSB (Oriented Strand Board) são comumente utilizadas no LSF tanto como fechamento interno quanto externo, além de ser utilizado nos pisos e como substrato para cobertura do telhado. Tem propriedades físicas que permitem o uso como elemento estrutural, servindo como diafragma rígido uma vez aplicado aos painéis estruturais e lajes de piso (Figura 32).

Figura 32 - Aplicação das placas de OSB no LSF



Fonte: Souza, 2014.

Crasto (2005, p. 125) afirma que as placas de OSB são produzidas a partir do uso de madeiras de reflorestamento, orientadas em camadas perpendiculares permitindo o aumento de sua resistência mecânica e rigidez. São tratadas com inseticidas e tem uma certa resistência à umidade, uma vez que são utilizados adesivos na convecção das chapas e as bordas são seladas (borda verde) e são comercializadas nas dimensões de 1,22 m x 2,44 m e espessura que podem variar entre 9, 12, 15 e 18 mm.

Figura 33 - Placas de OSB



Fonte: Souza, 2014.

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 79) afirmam que para fixação e montagem das placas de OSB é utilizado um método parecido ao do gesso acartonado, usado no sistema “*drywall*”, em que as placas são transportadas manualmente sem a necessidade de outros equipamentos, por serem leves, e são parafusadas com parafusos auto brocantes e auto atarraxantes.

De acordo com Souza (2014, p. 85), no acabamento final pode utilizar diversos produtos como o *siding* vinílico (revestimento de fachada, composto de placas paralelas, comumente utilizadas em residências norte-americanas), cerâmicos ou cimentício e a argamassa.

#### 2.4.9.2 Placas Cimentícias

As placas cimentícias são utilizadas como fechamento interno e externo dos painéis, especialmente em áreas molhadas em substituição do gesso acartonado e nas áreas que sofrem intempéries (Figura 34). Quando utilizadas em pisos há a necessidade de prover um substrato de apoio, podendo ser de chapa de madeira resistente a água, promovendo resistência à flexão. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 34 - Placa cimentícia instalada



Fonte: Souza, 2014.

Segundo Souza (2014, p. 87) a composição das placas cimentícias é basicamente a mistura de cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agregados, podendo existir algumas diferenças no mercado de acordo com o fabricante. As placas cimentícias possuem como características básicas o baixo peso próprio e a elevada resistência a impactos, resistência à umidade, não pegam fogo e podem ser curvadas após saturadas. Com isso, tem uma compatibilidade com grande parte dos acabamentos e revestimentos disponíveis no mercado.

Ainda segundo Souza (2014), as placas têm dimensões que variam de fabricante para fabricante, porém as mais comuns são comercializadas com largura de 1,20 m, comprimentos variando entre 2,00, 2,40 e 3,00 m e espessuras que variam de 6, 8 e 10 mm. Assim como as placas de OSB, a montagem das placas cimentícias são montadas através de parafusos galvanizados tipo auto atarraxantes, específicos para as placas cimentícias.

### 2.4.9.3 Gesso Acartonado

As placas ou chapas de gesso acartonado, no sistema LSF, são utilizadas no fechamento vertical interno de painéis estruturais e não-estruturais que juntos formam o invólucro da construção, e também no fechamento das divisórias internas. O fechamento com essas placas é utilizado para compartimentar e separar espaços internos, leve, estruturado, fixo, de fácil montagem mecânica e gerado por uma estrutura de perfis metálicos e fechamento de chapas de gesso acartonado (CRASTO, 2005).

Abragesso (2004) apud Crasto (2005, p. 145) afirmam que no mercado nacional são comercializados três tipos de placas (Figura 35), sendo elas: placa *Standard* (ST) para aplicação em paredes de áreas secas; placa Resistente à Umidade (RU) conhecida como placa verde e destinada para áreas molhadas; placa Resistente ao Fogo (RF) conhecida como placa rosa e destinada para áreas secas com paredes que exigem resistência ao fogo.

Figura 35 - Tipos de placas de gesso acartonado



Fonte: Souza, 2014.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2014, p. 87), as placas de gesso acartonado são obtidas pela mistura de gesso, água e aditivos, revestidas dos dois lados com lâminas de cartão, que fornecem ao gesso mais resistência à tração e flexão. São comercializados com largura de 1,20 m, comprimentos que podem variar de 1,80 m a 3,60 m e espessuras de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm. Para montagem e fixação das chapas é utilizado a mesma técnica empregada no fechamento dos painéis estruturais e não-estruturais do sistema LSF, com a diferença do tratamento realizado nas juntas e dos tipos de parafusos específicos para cada sistema.

### 3. MÉTODO

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Afim de realizar um estudo sobre o entendimento do método *Light Steel Framing* (LSF) na Rede de Ensino DOCTUM, unidade João Monlevade, bem como na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), unidade João Monlevade, o presente trabalho é classificado quanto aos procedimentos técnicos como pesquisa de levantamento. Para Gil (2002, p. 50) as pesquisas de levantamento são caracterizadas pelo questionamento direto das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer, solicitando informações a um grupo significativo de pessoas sobre o problema estudado para posterior análise quantitativa e obtenção das conclusões correspondentes aos dados coletados.

Ao levar-se em conta à forma de abordagem, pode-se classificar este trabalho como pesquisa quantitativa. Segundo Manzato e Santos (2012, p. 7) as pesquisas quantitativas são utilizadas na ocasião em que se quer mensurar opiniões, reações, sensações, hábitos e atitudes etc. de um determinado público-alvo através da amostra obtida. Nesse caso, na esfera quantitativa será calculado estatisticamente o conhecimento do método em questão pela população entrevistada.

Por fim, quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois segundo Gil (2002, p. 41) através desse tipo de pesquisa objetiva-se possibilitar maior familiaridade com o problema, aprimorando ideias ou descobrindo intuições acerca do objetivo principal.

#### 3.2 OBJETIVOS E POPULAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo tem como objetivo geral realizar um levantamento sobre a opinião e nível de conhecimento da população selecionada em relação as características do método construtivo *Light Steel Framing*.

Os objetivos específicos são: analisar o método LSF, apresentar vantagens e desvantagens do método em questão, os materiais utilizados e por fim exibir as análises realizadas através dos dados obtidos na pesquisa realizada.

A população desse estudo compreende alunos dos cursos de arquitetura e engenharia civil da Rede de Ensino DOCTUM e Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), ambas instituições localizadas na cidade de João Monlevade.

### 3.3 PLANO DE COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

O questionário foi criado a partir da ferramenta denominada Formulários Google, uma ferramenta online que não só permite a criação de questionários, mas também a possibilidade de coleta instantânea dos dados obtidos para uma posterior análise.

A divulgação da pesquisa foi realizada através de visitas em sala e posteriormente compartilhado o link para a realização de forma online, utilizando aplicativos de mensagens e e-mail.

Por fim, a partir dos dados coletados foi realizado a análise dos mesmos através de gráficos e tabelas para ilustração dos resultados obtidos.

### 3.4 QUESTIONÁRIO UTILIZADO

O questionário utilizado no presente trabalho foi elaborado de forma imparcial e não tendenciosa com o objetivo de coletar as opiniões e nível de conhecimento do público-alvo de forma a retratar de forma mais fiel possível à realidade dos mesmos.

A partir dessa premissa, o questionário foi dividido em 3 seções, sendo a primeira seção responsável pela coleta das informações básicas dos entrevistados, a segunda seção responsável pela coleta das opiniões sobre os itens citados e a terceira seção pela coleta do nível de conhecimento dos entrevistados em relação aos itens.

A primeira seção continha perguntas básicas realizadas com o objetivo de identificar e coletar o perfil dos entrevistados, como nome, idade, curso, período e e-mail (Figura 36).

Figura 36 - Seção 1 do questionário

## Questionário sobre Métodos Construtivos

Pesquisa de Levantamento destinada a alunos de Arquitetura e Engenharia Civil da DOCTUM para uso em um Trabalho de Conclusão de Curso.

Você irá responder a um questionário.

Os dados deste questionário serão confidenciais e seu nome não será divulgado.

\*Obrigatório

**Nome**

Sua resposta \_\_\_\_\_

**Idade \***

Sua resposta \_\_\_\_\_

**Período \***

Sua resposta \_\_\_\_\_

**Curso \***

Sua resposta \_\_\_\_\_

**E-mail**

Sua resposta \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Na segunda seção teve como objetivo captar as opiniões dos entrevistados referentes a alguns pontos característicos do método *Light Steel Framing*, sempre de modo a preservar a integridade da pesquisa e não gerando um ambiente tendencioso. Foram apresentadas 8 frases afirmativas relacionadas ao LSF e suas características para que os entrevistados pudessem selecionar o nível de adequação com suas opiniões pessoais, variando de 1 (discordo completamente) até 5 (concordo completamente) (Figuras 37 e 38).

Figura 37 - Afirmativas 1 a 4 da seção 2 do questionário

De acordo com as afirmativas abaixo marque a alternativa que mais se adéqua a sua opinião, sendo 1 (discordo completamente) e 5 (concordo completamente):

1) Sou a favor do uso de métodos construtivos inovadores. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamen te	<input type="radio"/>	Concordo Completamen te				

2) Sou a favor de métodos construtivos industrializados. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamen te	<input type="radio"/>	Concordo Completamen te				

3) Prefiro construir um imóvel através de um sistema tradicional, que demanda mais tempo e possui muita mão de obra disponível ao invés de um sistema inovador, veloz, porém com pouca mão de obra disponível. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamen te	<input type="radio"/>	Concordo Completamen te				

4) Sobre o uso de água na construção civil, sou a favor do seu uso moderado, por ser um recurso finito. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completamen te	<input type="radio"/>	Concordo Completamen te				

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 38 - Afirmativas 5 a 8 da seção 2 do questionário

5) Geração de resíduos sólidos da construção civil é um mal necessário. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completament e	<input type="radio"/>	Concordo Completament e				

6) Métodos construtivos ecologicamente corretos só existem na teoria. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completament e	<input type="radio"/>	Concordo Completament e				

7) Investir em mão de obra qualificada só encarece a obra. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completament e	<input type="radio"/>	Concordo Completament e				

8) Aço na construção civil só serve para uso com o concreto. \*

	1	2	3	4	5	
Discordo Completament e	<input type="radio"/>	Concordo Completament e				

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Por fim, na terceira seção constavam 3 itens para que os entrevistados pudessem selecionar o nível de conhecimento deles em relação aos mesmos, variando 1 (desconheço) a 5 (conheço muito bem) (Figura 39).

Figura 39 - Seção 3 do questionário

De acordo com os itens abaixo marque a alternativa que mais se adéqua ao seu conhecimento, sendo 1 (Nunca ouvi falar) e 5 (Entendo muito bem):

1) Método Construtivo Light Steel Framing. \*

	1	2	3	4	5	
Desconheço	<input type="radio"/>	Conheço muito bem				

2) Racionalização Construtiva. \*

	1	2	3	4	5	
Desconheço	<input type="radio"/>	Conheço muito bem				

3) Sistema DryWall. \*

	1	2	3	4	5	
Desconheço	<input type="radio"/>	Conheço muito bem				

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

## 4. ANÁLISE DA PESQUISA

Após a apresentação do referencial teórico juntamente com a metodologia utilizada, foi realizada a análise dos resultados a partir das informações coletadas através do questionário aplicado na amostra.

### 4.1 RESULTADOS DA PESQUISA

A coleta de informações foi realizada durante um período de 10 (dez) dias o que resultou em uma amostragem de 105 (cento e cinco) entrevistados, sendo 93 (noventa e três) do curso de engenharia civil e 12 (doze) do curso de arquitetura. A partir dos dados coletados no questionário são aprestamadas e analisadas as respostas colhidas para cada afirmativa e item elaborado, iniciando pela identificação do perfil dos entrevistados.

#### 4.1.1 Perfis dos entrevistados (Primeira Seção)

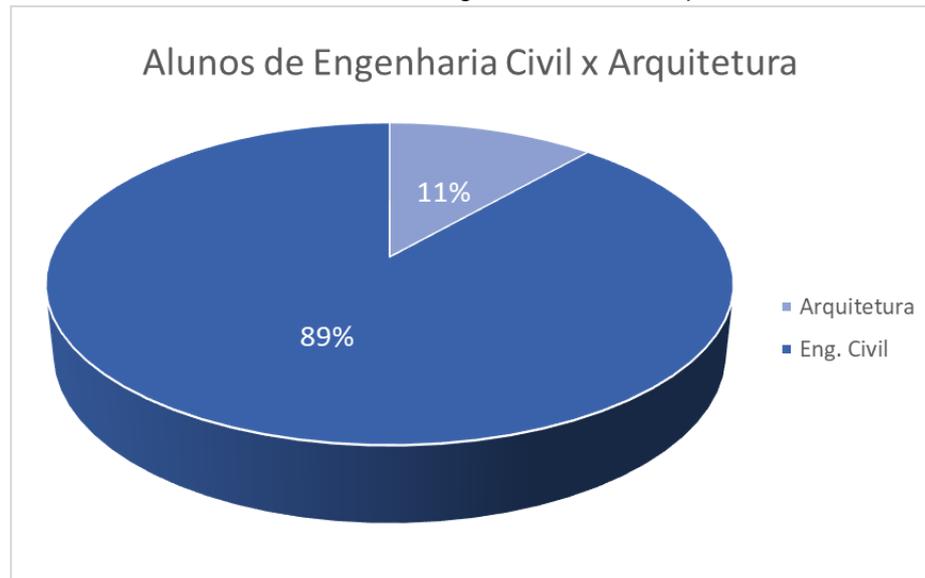
Através desta pesquisa foi possível identificar que a maior parte dos entrevistados, encontram-se na faixa etária de 18 (dezoito) a 27 (vinte e sete) anos, como demonstrado abaixo (Gráfico 1).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Analisando os dados obtidos nas respostas referentes ao perfil dos entrevistados foi possível identificar que a maior parte das respostas advém de alunos do curso de engenharia civil, cerca de 89% (oitenta e nove por cento), e 11% (onze por cento) de alunos de arquitetura (Gráfico 2).

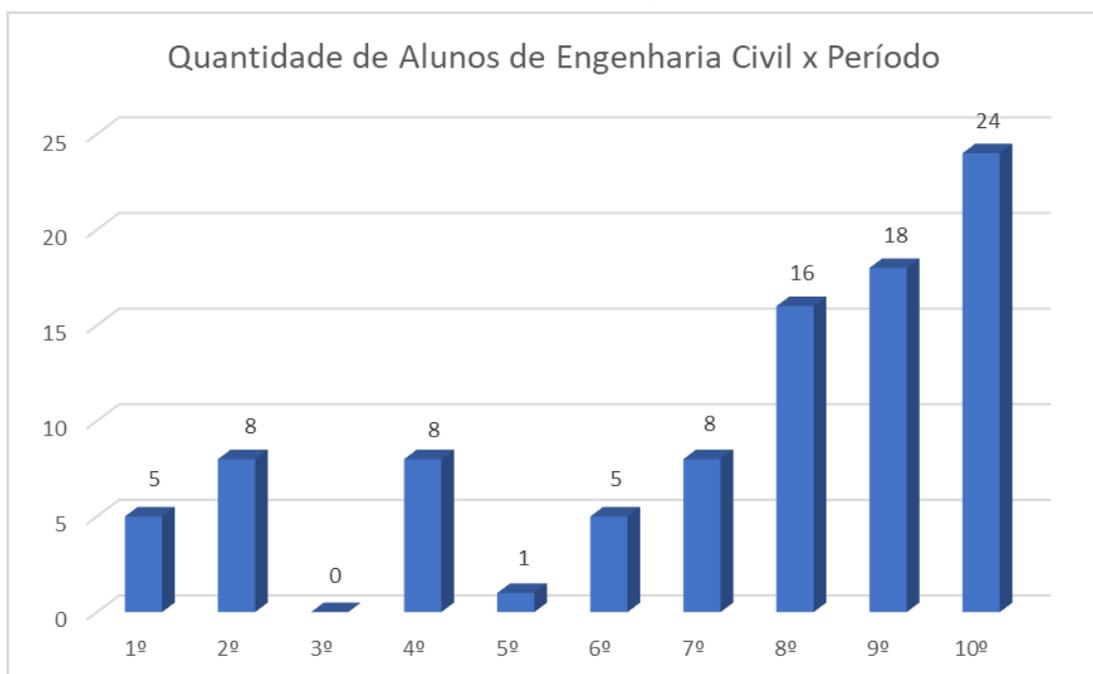
Gráfico 2 - Alunos de Engenharia Civil x Arquitetura



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

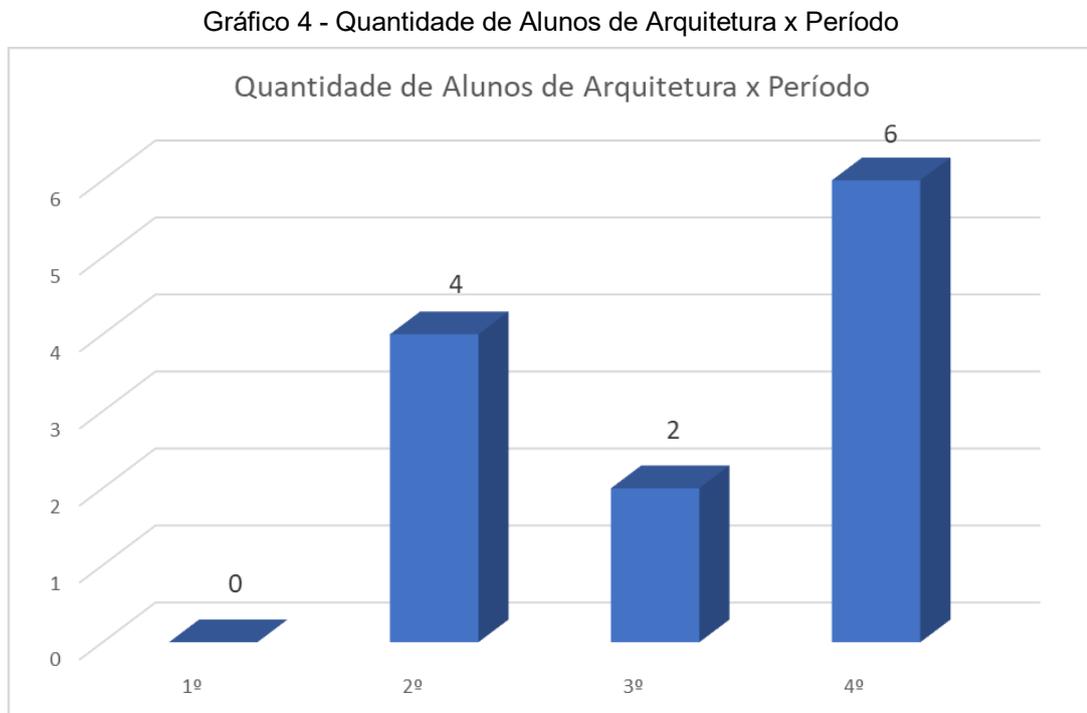
Foi possível esboçar o perfil dos entrevistados tanto do curso de engenharia civil quanto do curso de arquitetura em relação ao período que os mesmos estão cursando. Sendo assim, dos alunos de engenharia civil cerca de 76% (setenta e seis por cento) já cursaram mais da metade da graduação e 24% (vinte e quatro por cento) estão nos anos iniciais (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Quantidade de Alunos de Engenharia Civil x Período



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Por fim, em relação aos entrevistados do curso de arquitetura foi possível observar que metade dos entrevistados, 50% (cinquenta por cento), estão cursando o 4º (quarto) (Gráfico 4).

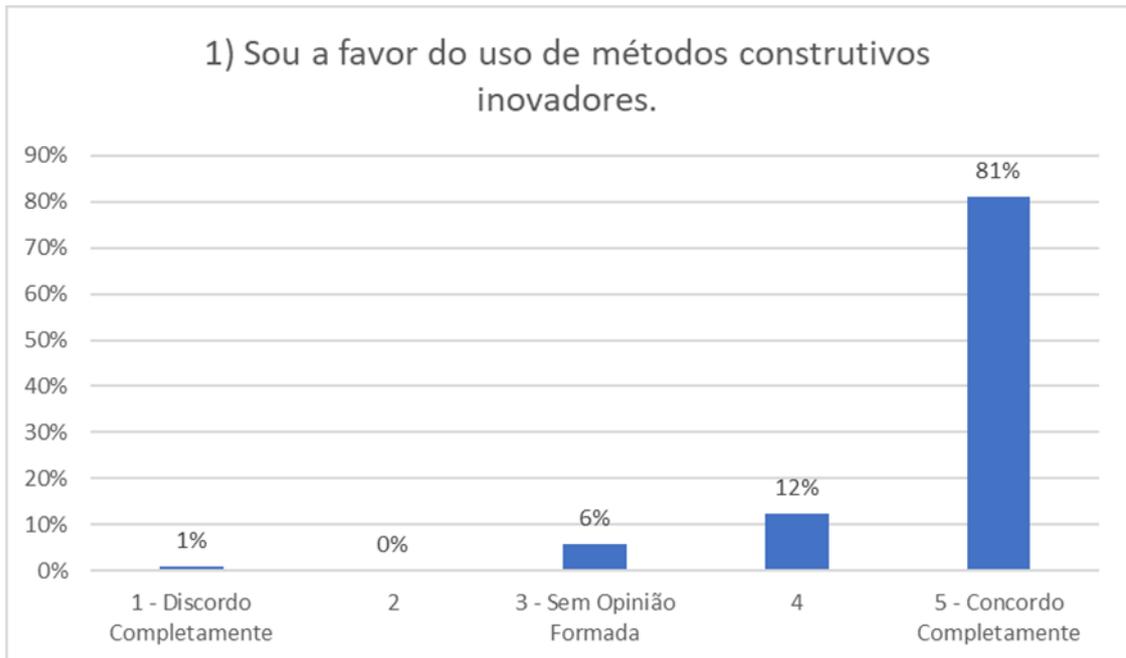


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

#### 4.1.2 Análise das Opiniões dos Entrevistados (Segunda Seção)

Através dos dados obtidos com o questionário foi possível perceber que a grande maioria dos entrevistados se mostraram adeptos ao uso de métodos construtivos inovadores, cerca de 81% (oitenta e um por cento) dos entrevistados responderam que concordam completamente, mostrando assim um posicionamento a favor do uso de novas tecnologias na área da construção civil (Gráfico 5).

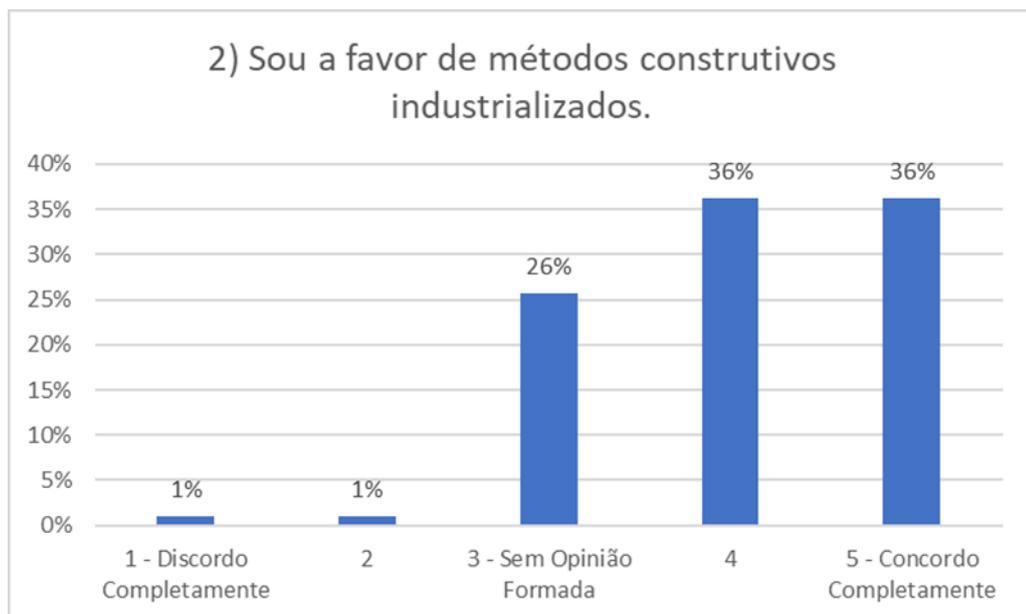
Gráfico 5 - Resultado da Afirmativa nº 1



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Quando questionados sobre o uso de métodos que utilizam a industrialização como base produtiva, foi possível perceber que a maioria teve um posicionamento a favor desse uso, cerca de 62% (sessenta e dois por cento). Também foi possível perceber que 26% (vinte e seis por cento) da amostra não possuíam opinião formada sobre o assunto (Gráfico 6).

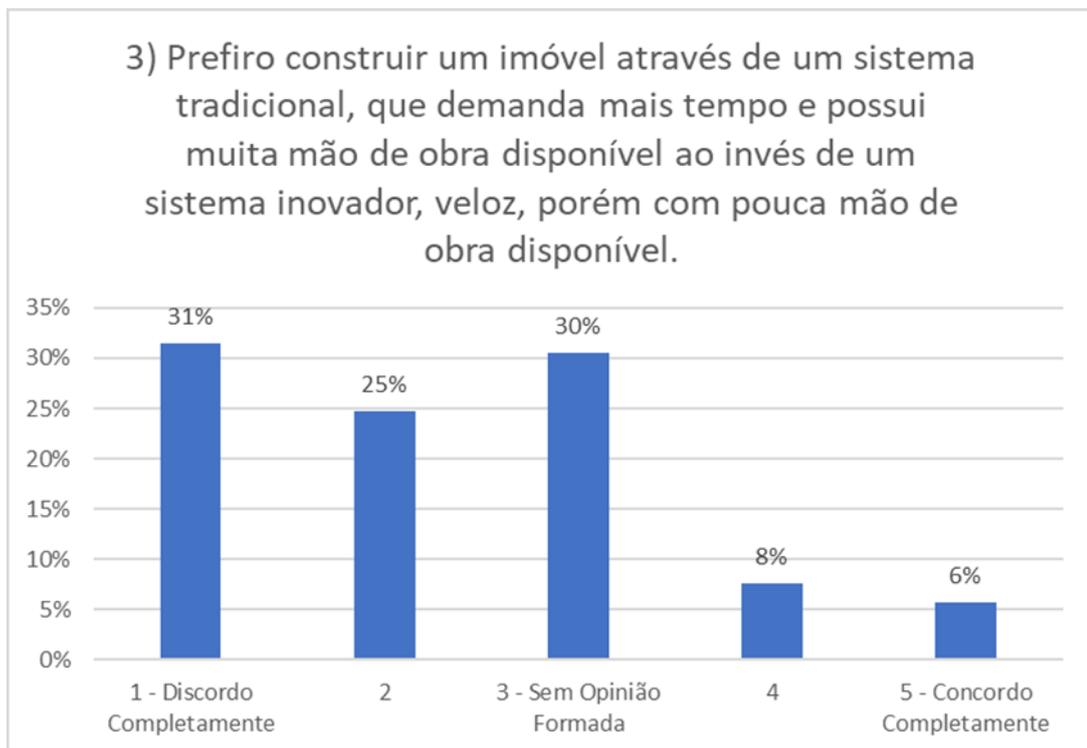
Gráfico 6 - Resultado Afirmativa nº 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os entrevistados, quando questionados sobre o tempo de execução de obra, tiveram um posicionamento a favor de um método mais veloz mesmo esse método não possuindo muita mão de obra disponível, cerca de 56% (cinquenta e seis por cento). Foi possível também perceber que uma parte notória dos entrevistados, cerca de 30% (trinte por cento) tiveram um posicionamento neutro em relação a isso (Gráfico 7).

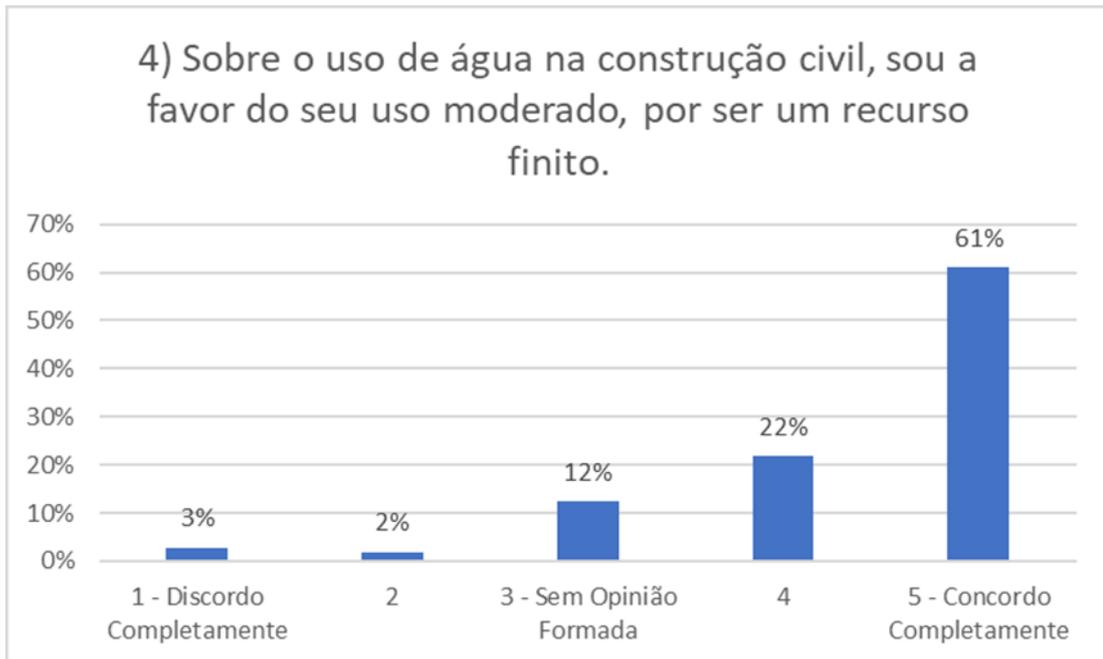
Gráfico 7 - Resultado Afirmativa nº 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Ao serem questionados sobre o uso da água de forma moderada na construção civil, grande parte dos entrevistados mostraram ter um perfil a favor da sustentabilidade e do uso consciente desse recurso natural, cerca de 83% (oitenta e três por cento). Por outro lado cerca de 12% (doze por cento) se mantiveram neutro sobre o tema e 5% (cinco por cento) mostraram ter um perfil mais tradicional em relação ao assunto (Gráfico 8).

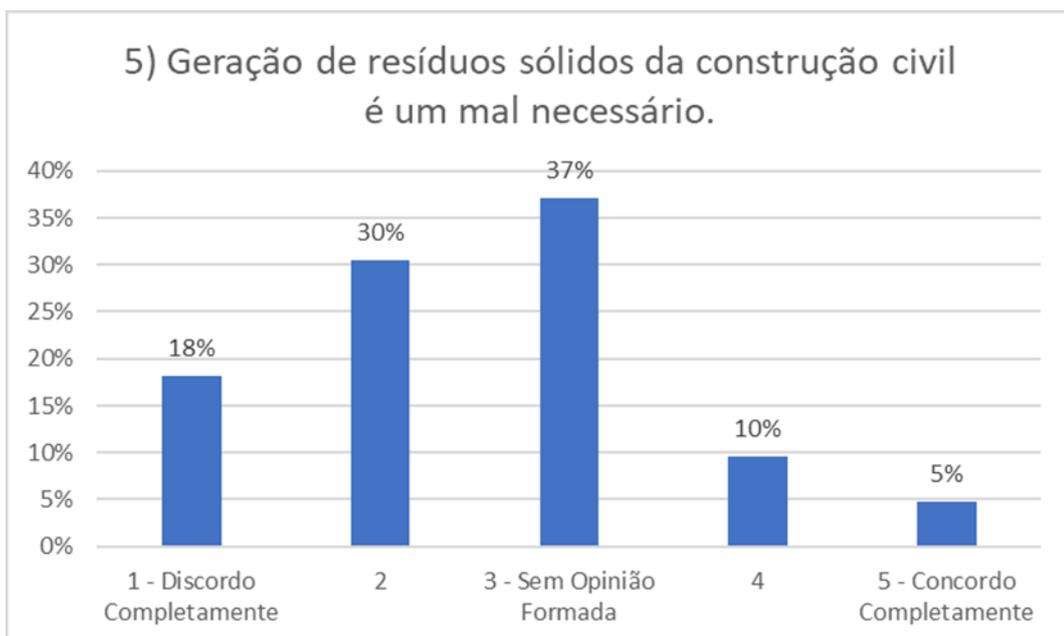
Gráfico 8 - Resultado Afirmativa nº 4



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Seguindo o tema de sustentabilidade, os entrevistados foram questionados sobre a geração de resíduos sólidos na construção civil e mostraram ter novamente um posicionamento a favor da sustentabilidade, cerca de 48% (quarenta e oito por cento). Por outro lado 37% (trinta e sete por cento) se mantiveram neutros e 15% (quinze por cento) demonstraram um lado a favor da geração de resíduos sólidos (Gráfico 9).

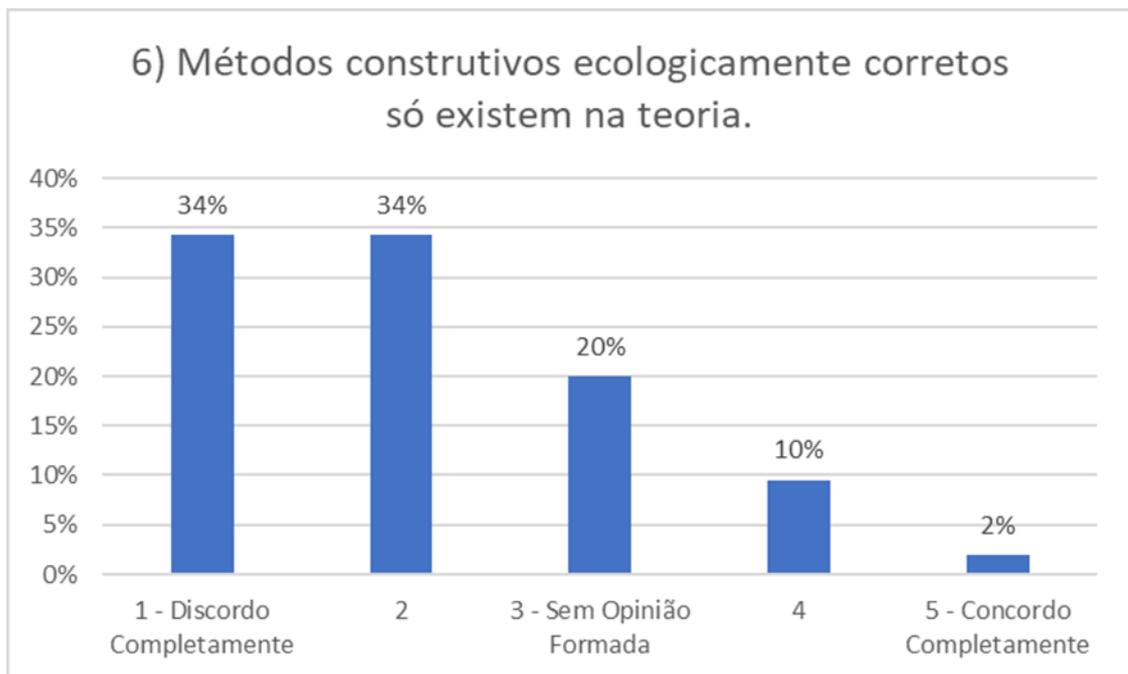
Gráfico 9 - Resultado Afirmativa nº 5



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Através dos dados obtidos sobre a existência de métodos construtivos ecologicamente corretos, mais uma vez os entrevistados tiveram um posicionamento positivo em relação ao tema, cerca de 68% (sessenta e oito por cento) apoiaram o uso de métodos que visam a sustentabilidade. Por outro lado, cerca de 20% (vinte por cento) se mantiveram neutros e 12% (doze por cento) disseram que não existem métodos construtivos sustentáveis (Gráfico 10).

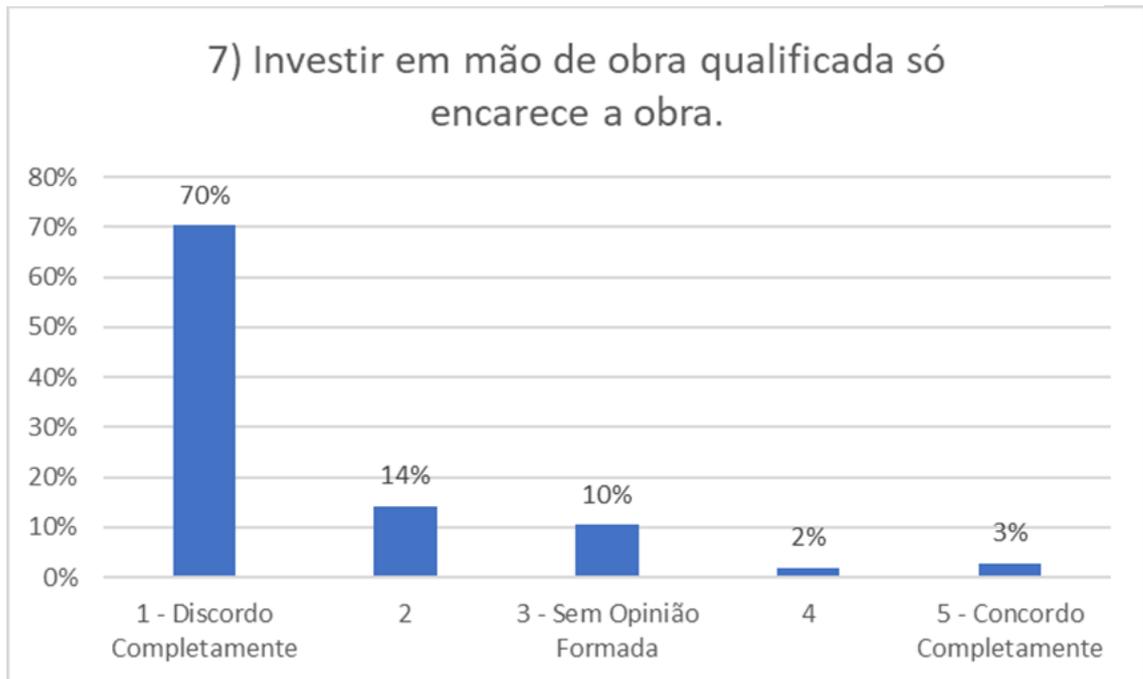
Gráfico 10 - Resultado Afirmativa nº 6



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Sobre o investimento em mão de obra qualificada, os entrevistados em sua maioria demonstraram uma opinião positiva ao investimento em mão de obra qualificada, o que mostra um posicionamento contrário a cultura imposta no setor construtivo brasileiro que utiliza na maioria das vezes mão de obra barata e com pouca qualificação, cerca de 84% (oitenta e quatro por cento). Em contrapartida, 10% (dez por cento) da amostra se mantiveram neutros e cerca de 5% (cinco por cento) concordaram que o uso de mão de obra qualificada só encarece a obra (Gráfico 11).

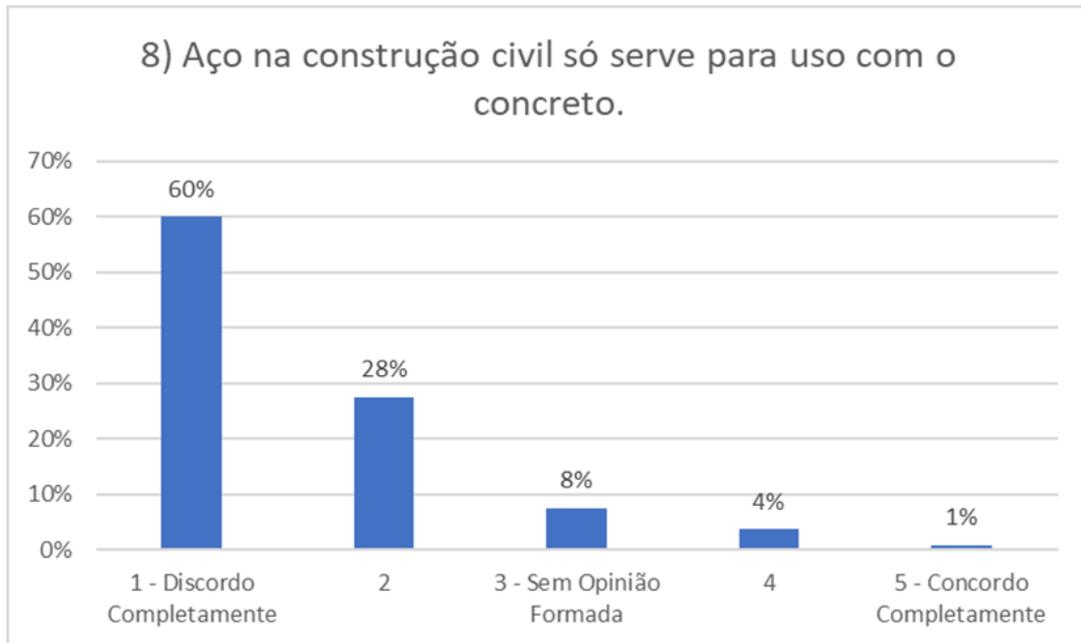
Gráfico 11 - Resultado Afirmativa nº 7



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Como último tema da seção 2 do questionário os entrevistados demonstraram um posicionamento a favor do uso do aço na construção civil não como parte do concreto, cerca de 88% (oitenta e oito por cento). Por outro lado, 8% (oito por cento) da amostra se mantiveram neutros e cerca de 5% (cinco por cento) contra o uso do aço de outra maneira a não ser como parte integrante do concreto armado (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Resultado Afirmativa nº 8

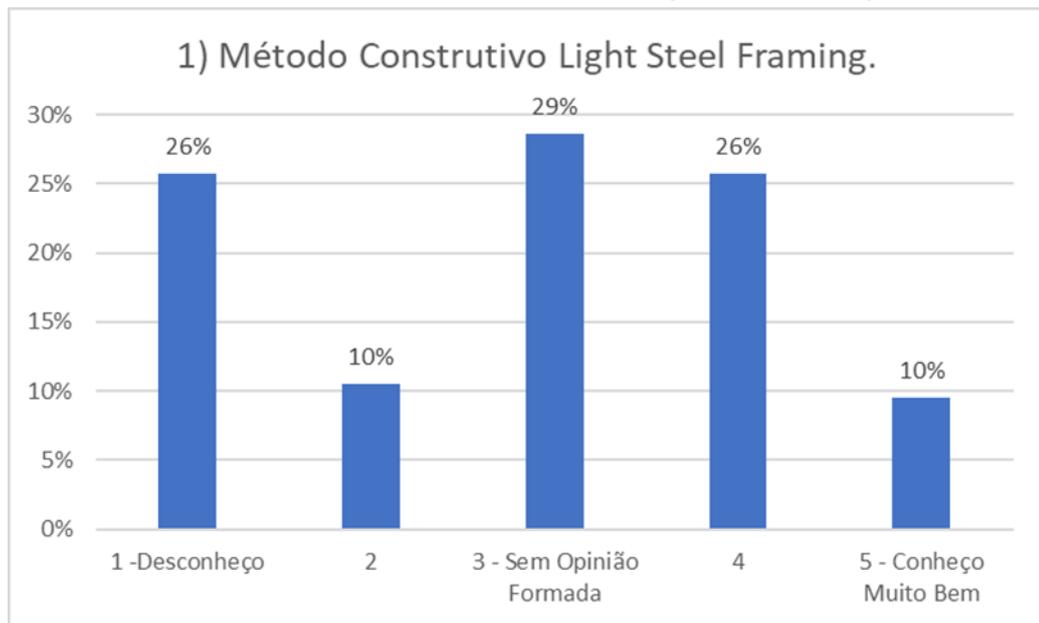


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

#### 4.1.3 Análise do Nível de Conhecimento dos Entrevistados (Terceira Seção)

Como parte dos objetivos desse estudo foi fazer um estudo sobre o conhecimento dos entrevistados sobre o *Light Steel Framing* e suas características, os mesmos foram questionados sobre o nível de conhecimento em relação a temas relacionados ao LSF.

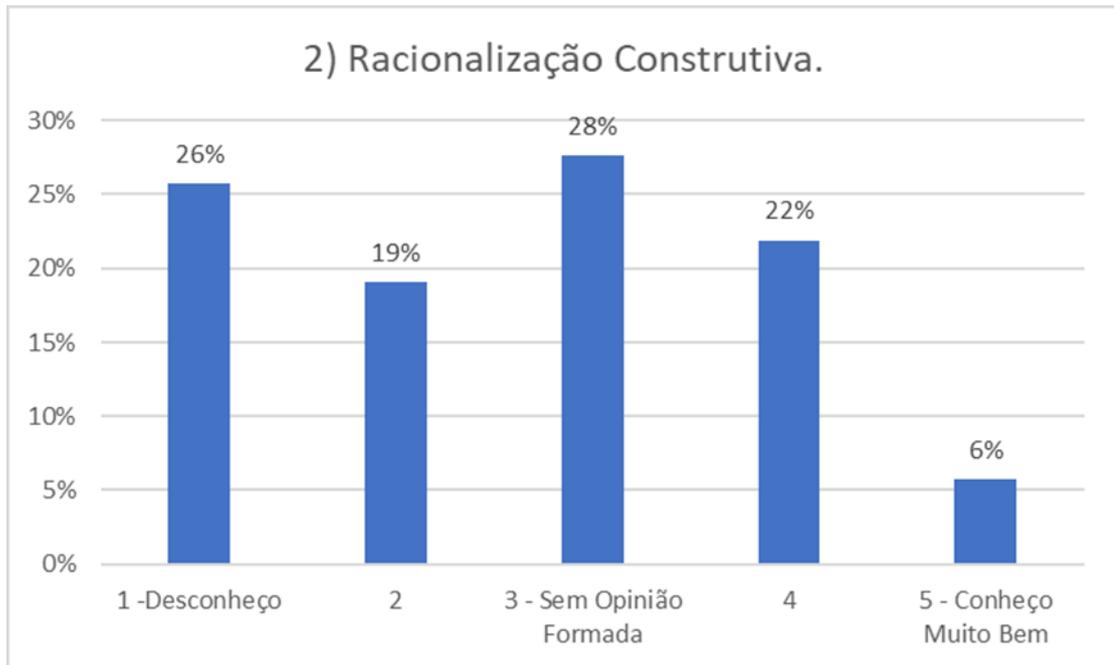
A partir dos dados coletados quando questionados sobre o *Light Steel Framing*, foi possível perceber que 65% (sessenta e cinco por cento) dos entrevistados desconheciam ou não tinham opinião formada sobre o método em questão. Por outro lado, 36% (trinta e seis por cento) afirmaram conhecer o método em questão (Gráfico 14).

Gráfico 13 - Resultado sobre o Método *Light Steel Framing*

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Quando questionado sobre um dos conceitos base do método LSF, os entrevistados demonstraram que não tinham conhecimento sobre o termo em questão, cerca de 45% (quarenta e cinco por cento). Em contrapartida, 28% (vinte e oito por cento) afirmaram conhecer o termo em questão e os outros 28% (vinte e oito por cento) afirmaram não ter opinião formada sobre racionalização construtiva (Gráfico 15).

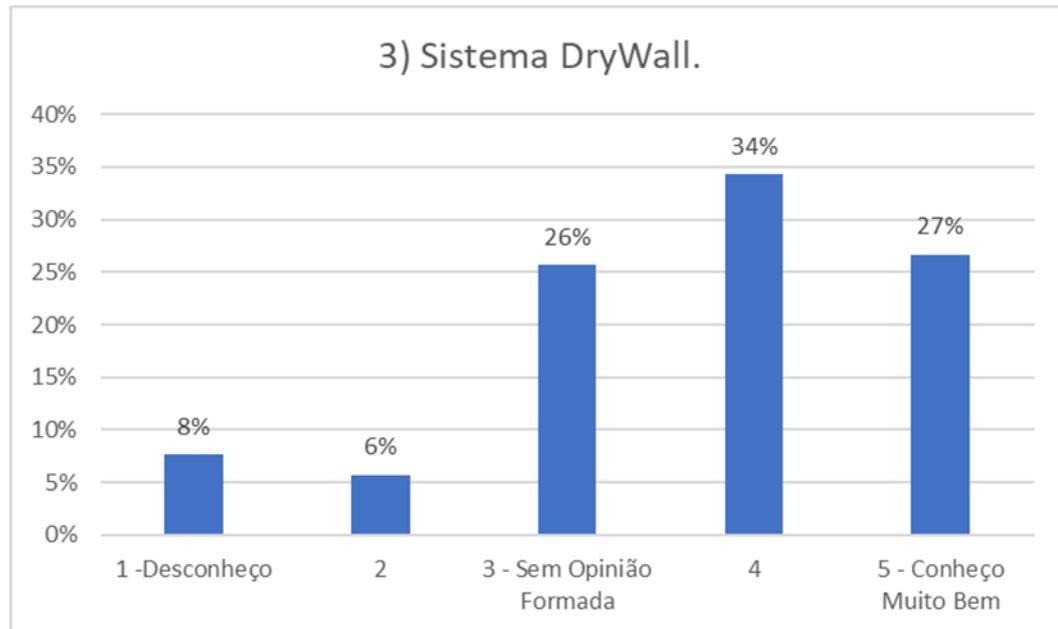
Gráfico 14 - Resultado sobre Racionalização Construtiva



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Por fim, os entrevistados foram questionados sobre o seu nível de conhecimento em relação ao sistema *drywall*, sistema muito utilizado em construções de LSF, e grande parte dos mesmo afirmaram conhecer o sistema em questão, cerca de 61% (sessenta e um por cento). Em contrapartida, 26% (vinte e seis por cento) não souberam opinar e 14% (quatorze por cento) afirmaram não conhecer o sistema *drywall* (Gráfico 16).

Gráfico 15 - Resultado sobre DryWall



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

## 5. DISCUSSÃO

O sistema *Light Steel Framing* em relação ao sistema convencional (alvenaria convencional) tem diversas vantagens como, isolamento térmico melhorado, menor peso estrutural gerando uma economia em relação a fundação, possibilidade de obtenção de grandes vãos livres. Além das características já citadas e presente no questionário utilizado para o presente trabalho, como facilidade de montagem e manutenção, economia de água, utilização de material com alto padrão de qualidade e mão de obra qualificada, exigir menor tempo de execução e ser um sistema ecologicamente correto.

Apesar das diversas vantagens do LSF em relação ao sistema convencional existem aspectos a serem destacados, como a aceitação no mercado brasileiro, escassez de mão de obra qualificada, exigência de mão de obra especializada, a falta de normas específicas sobre o método construtivo e estudos patológicos sobre o LSF.

Portanto, com a realização das análises dos resultados colhidos através do questionário foi possível perceber que mesmo o LSF sendo pouco difundido no Brasil os entrevistados demonstraram um perfil a favor das características básicas do método construtivo em questão, além de perceber também no estudo realizado que

grande parte da amostra demonstrou ainda não ter conhecimentos sobre o LSF e o conceito sobre racionalização construtiva, um dos conceitos básicos do sistema *Light Steel Framing*.

## 6. CONCLUSÃO

A partir do que foi exposto no trabalho, os objetivos foram alcançados através do estudo bibliográfico, aplicação do questionário e análise dos dados obtidos, conclui-se que, parte dos alunos, mas não a maioria, conhecem sim o método *Light Steel Framing* e mostraram ter um perfil adepto as características do método em questão, mesmo não sendo um método difundido e presente de forma na grade curricular das faculdades representadas na pesquisa.

Com a realização do presente trabalho foi possível conhecer melhor o sistema LSF de forma detalhada e técnica e perceber que sim é uma tecnologia interessante e que pode ser utilizada e difundida no área da construção civil, devido a suas diversas vantagens em relação ao método convencional utilizado no território brasileiro. Também foi possível perceber que por se tratar de uma tecnologia recente, as faculdades não utilizam desse método em suas grades disciplinares como parte do ensino, fato que poderia interferir diretamente na difusão e divulgação deste método construtivo no país.

Contudo, durante a execução deste trabalho surgiram algumas dificuldades, como a escassez de material bibliográfico para estudo e pesquisa devido ao método estudado ser uma tecnologia pouco difundida e recente em território brasileiro. Outra dificuldade enfrentada foi a parte de captação de entrevistas uma vez que a mesma dependeu diretamente da disponibilidade dos alunos.

Para finalizar, a partir dos conteúdos desenvolvidos para este trabalho, é possível notar que o método em questão ainda é uma tecnologia recente, possibilitando novas linhas de pesquisa sobre o tema. É possível, por exemplo, realizar estudos comparativos entre diversos métodos construtivos. É viável, ainda, realizar estudos voltados a área patológica, estudando assim possíveis patologias advindas do método *Light Steel Framing* para futura divulgação e incentivo do uso desta tecnologia construtiva no Brasil a fim de melhor aproveitar o potencial siderúrgico do país e reduzir as altas taxas de desperdício de recurso e baixa produtividade geradas pelos métodos mais tradicionais utilizados na construção civil atualmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações**: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2014.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp081196.pdf>>>. Acesso em: 07/junho/2018.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. 70 p. Monografia (Especialização em Construção Civil)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.especializacaoocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

DÓRIA, Luís Eduardo Santos. **Projeto de Estrutura de Fundação em Concreto do Tipo Radier**. 2007. 108 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007. Disponível em: <[http://ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgec/dissertacoes\\_arquivos/Dissertacoes/Luis%20Eduardo%20Santos%20Doria.pdf](http://ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgec/dissertacoes_arquivos/Dissertacoes/Luis%20Eduardo%20Santos%20Doria.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2018.

FURTADO, Erick Roger de Lima. **Análise Comparativa de Custo de um Edifício Utilizando os Sistemas Construtivos Convencionais e Light Steel Framing**. 2016. 79 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - UNINORTE, Manaus, 2016. Disponível em: <<https://www.scribd.com/document/371796707/101528-Erick-Furtado-Engenharia-Civil-Uninorte-Light-Steel-Framing>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana a revolução digital**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MARTINEZ, Marina. **Conferência de Estocolmo**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/meio-ambiente/conferencia-de-estocolmo/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

RODRIGUES, Francisco Carlos; CALDAS, Rodrigo Barreto.: **Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Engenharia**.: 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2016.

ROTH, Claudio Weissheimer. **Curso técnico em automação industrial: Qualidade e Produtividade / Claudio Weissheimer Roth**. – 3. ed. – Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011. 74 p.: il.; 21 cm.

SANTIAGO, A.K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de.: **Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Arquitetura**.: 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2012.

SILVA, Margarete Maria de Araújo. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.** 2003. 274 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/publico/DissertacaoMargarete.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SOUZA, Eduardo Luciano de. **CONSTRUÇÃO CIVIL E TECNOLOGIA: ESTUDO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING.** 2014. 137 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/135.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

VIVAN, André Luiz; PALIARI, José Carlos; NOVAES, Celso Carlos. **VANTAGEM PRODUTIVA DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING: DA CONSTRUÇÃO ENXUTA À RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA.** ENTAC 2010, Canela, out. 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Andre\\_Vivan/publication/274384648\\_VANTAGEM\\_PRODUTIVA\\_DO\\_SISTEMA\\_LIGHT\\_STEEL\\_FRAMING\\_DA\\_CONSTRUCAO\\_ENXUTA\\_A\\_RACIONALIZACAO\\_CONSTRUTIVA/links/551dcb640cf213ef063ea742/VANTAGEM-PRODUTIVA-DO-SISTEMA-LIGHT-STEEL-FRAMING-DA-CONSTRUCAO-ENXUTA-A-RACIONALIZACAO-CONSTRUTIVA.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Andre_Vivan/publication/274384648_VANTAGEM_PRODUTIVA_DO_SISTEMA_LIGHT_STEEL_FRAMING_DA_CONSTRUCAO_ENXUTA_A_RACIONALIZACAO_CONSTRUTIVA/links/551dcb640cf213ef063ea742/VANTAGEM-PRODUTIVA-DO-SISTEMA-LIGHT-STEEL-FRAMING-DA-CONSTRUCAO-ENXUTA-A-RACIONALIZACAO-CONSTRUTIVA.pdf?origin=publication_detail)>. Acesso em: 07 jun. 2018.