

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

FERNANDA TALITA MARTINS TEIXEIRA

**ARQUITETURA E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VANTAGENS DA
APLICAÇÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING EM RESIDÊNCIAS
UNIFAMILIARES.**

**CASCADEL
2020**

FERNANDA TALITA MARTINS TEIXEIRA

**ARQUITETURA E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VANTAGENS DA
APLICAÇÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING EM RESIDÊNCIAS
UNIFAMILIARES.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da FAG, apresentado na modalidade Teórica, como requisito parcial para a aprovação na disciplina: Trabalho de Curso: Qualificação.

Orientador: Prof. Ms. Heitor Othelo Jorge Filho

**CASCADEL
2020**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

FERNANDA TALITA MARTINS TEIXEIRA

**ARQUITETURA E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VANTAGENS DA
APLICAÇÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING EM RESIDÊNCIAS
UNIFAMILIARES.**

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo da FAG, como requisito básico para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação do arquiteto professor Heitor Othelo Jorge Filho - mestre.

BANCA EXAMINADORA

Arquiteto Orientador
Faculdade Assis Gurgacz
Heitor Othelo Jorge Filho
Doutorando

Arquiteto Avaliador
Faculdade Assis Gurgacz
Cezar Rabel
Mestre

Cascavel, 02 de Junho de 2020

RESUMO

O presente trabalho tem como principal objetivo apresentar uma análise comparativa entre os sistemas construtivos de alvenaria convencional e o sistema *Light Steel Framing*, para residências unifamiliares. A problematização utilizada para a pesquisa foi baseada no pensamento de que o trabalho de comparação possa comprovar as vantagens da utilização do sistema LSF na construção civil. Como hipótese, se evidenciou às vantagens da aplicação do sistema *Light Steel Framing*, analisando a sua respectiva eficiência tecnológica dentro do mercado da construção civil. A justificativa é estruturada com base nas pesquisas desenvolvidas que mostram a falta de conhecimento da população em relação ao sistema LSF, fazendo assim com que o mercado da construção civil seja atingido devido a grande demanda de residências e projetos desenvolvidos apenas com o sistema convencional de alvenaria, trazendo grandes atrasos. Também justifica-se pela consciência ambiental na construção civil quando utilizado o sistema de Steel Frame. Desta forma, a elaboração de uma pesquisa bibliográfica baseada nos 4 pilares da arquitetura e também de um projeto arquitetônico modelo, auxiliando seu desenvolvimento, sua funcionalidade e suas intensões, remetendo aos assuntos que se relacionam com o tema, para que a comparação entre as estruturas seja realizada. Assim, a elaboração do projeto, tende a evidenciar as vantagens do sistema *Light Steel Framing*, quando utilizado de maneira correta, para edificações unifamiliares, levando em consideração todos os passos para a realização para um excelente projeto arquitetônico e estrutural.

Palavras-chave: Sistema Light Steel Framing. Construção civil. Residência Unifamiliar. Arquitetura eficiente.

LISTA DE SIGLAS

LSF: Light Steel Framing;

PVC: Policloreto de Vinila;

NBR: Norma Brasileira;

ASBEA: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura;

CBCS: Conselho Brasileiro de Construção Sustentável;

FJP: Fundação João Pinheiros;

OSB: Oriented Strand Board;

ST: Standard;

RU: Resistente à umidade;

PEX: Polietileno Reticulado;

PPR: Poliestileno Copolímetro Random;

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Edifício Monadnock	15
Figura 02: Sistema Wood Frame	16
Figura 03: Instalação Lã de Vidro	18
Figura 04: Fundação tipo Radier	21
Figura 05: Ancoragem Provisória	22
Figura 06: Modelo de paginação dos perfis/montantes.....	22
Figura 07: Ancoragem do painel à fundação.....	23
Figura 08: Painel OSB	24
Figura 09: Placa Cimentícia	25
Figura 10: Instalação Hidráulica e Elétrica	27
Figura 11: Laje de <i>Light Steel Framing</i> em planta	28
Figura 12: Desenho Esquemático de Laje Úmida.....	28
Figura 13: Desenho Esquemático da Laje Seca.....	29
Figura 14: Esquema cobertura inclinada para sistema LSF.....	30
Figura 15: Perspectiva Casa Shingle.....	31
Figura 16: Análise formal da edificação	32
Figura 17: Análise fluxograma	33
Figura 18: Análise de materiais da obra	33
Figura 19: Casa Pirajá	34
Figura 20: Análise formal da fachada principal	35
Figura 21: Análise da setorização da Casa Pirajá	36
Figura 22: Análise das Técnicas Construtivas na edificação	37
Figura 23: Casa Lite SP.....	37
Figura 24: Análise Formal fachada principal.....	38
Figura 25: Análise do fluxograma.....	39
Figura 26: Análise estrutural Casa Lite.....	39
Figura 27: Análise estrutural da fachada	40
Figura 28: Cidade de implatação	41
Figura 29: Localização do terreno de implantação	43
Figura 30: Desnível to terreno de implantação	43
Figura 31: Implantação do terreno	44
Figura 32: Análise do entorno e viária do terreno	45

Figura 33: Esquema fluxograma Pavimento Térreo	46
Figura 34: Esquema fluxograma Pavimento Superior	46
Figura 35: Proposta Formal	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Programa de necessidades	45
Tabela 02: Caracterização da obra conforme sistemas construtivos	47
Tabela 03: Custos diretos	48
Tabela 04: Vantagens e Denvantagens – LSF e alvenaria convencional	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 ASSUNTO	10
1.2 TEMA	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	11
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	11
1.6 OBJETIVOS	11
1.6.1 Objetivo Geral	11
1.6.2 Objetivos Específicos	11
1.7 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	12
2 APROXIMAÇÕES TEÓRICAS NOS FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS	12
2.1 NA HISTÓRIA E TEORIAS	12
2.1.1 A história da moradia	12
2.1.2 Revolução Industrial	13
2.1.3 Métodos de Construção	14
2.1.4 História do Steel Frame	15
2.2 NAS METODOLOGIAS DE PROJETOS	16
2.2.1 Projeto Arquitetônico	16
2.2.2 Vantagens do sistema Light Steel Framing	17
2.3 NO URBANISMO E PLANEJAMENTO URBANO	17
2.3.1 Sustentabilidade	18
2.3.2 Déficit Habitacional brasileiro	19
2.4 NA TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO	20
2.4.1 Fundações	21
2.4.2 Ancoragem	22
2.4.3 Estrutura	22
2.4.4 Fechamento, Isolamento e Revestimento	24
2.4.5 Instalações sanitárias, hidráulicas e elétricas	26
2.4.6 Lajes	27
2.4.7 Cobertura	29
3 CORRELATOS	31
3.1.1 CASA SHINGLE	31

3.1.2 Aspectos Formais	32
3.1.3 Aspectos Funcionais	33
3.1.4 Aspectos Estruturais	33
3.2 CASA PIRAJÁ	34
3.2.1 Aspectos Formais	34
3.2.2 Aspectos Funcionais	36
3.2.3 Aspectos Estruturais	37
3.3 CASA LITE	37
3.3.1 Aspectos Formais	38
3.3.2 Aspectos Funcionais	39
3.3.3 Aspectos Estruturais	39
4 DIRETRIZES PROJETUAIS	40
4.1 Localização do projeto	41
4.2 Análise do terreno selecionado	41
4.2.1 Análise do entorno e sistema viário	44
4.3 Conceito	45
4.4 Programa de Necessidades	45
4.5 Fluxograma	46
4.6 Intenções Formais	46
4.7 Intenções Comparativas	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
6 REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

1.1 ASSUNTO

O assunto abordado na presente pesquisa são as vantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* em residências unifamiliares.

1.2 TEMA

Arquitetura e tecnologia na construção civil: vantagens da aplicação do sistema *Light Steel Framing* em residências unifamiliares.

1.3 JUSTIFICATIVAS

O sistema *Light Steel Framing* (LSF) ainda tem pouco conhecimento da população Brasileira, pois não é de grande significância o número de obras que foram realizadas utilizando este sistema, sendo a maioria localizada no estado de São Paulo. Em vista dessa problemática, o presente trabalho toma por frente também a função de propagar o uso do sistema construtivo *Light Steel Framing* no cotidiano da atual construção civil brasileira. Para efetuar essa função, serão evidenciadas, principalmente, as características positivas do mesmo.

O projeto de pesquisa destaca em importância, primeiramente por agregar valor de consciência ambiental contido na própria natureza do que é o *Light Steel Framing*, um sistema de tecnologia na construção civil, o qual não gera resíduos, e que não utiliza de materiais convencionais (cimento, areia, madeira) que poluem ou agredem de diferentes formas o meio ambiente. E por segundo, pelo valor social, pelo fato de o sistema LSF ser executado de maneira rápida, funcionando como uma linha de montagem, e com resultado, reduzindo custos em materiais e tempo de obra, podendo ser produzido em larga escala.

Levando em consideração a gradual demanda de residências e projetos comerciais no país, à ideia de adoção do sistema é totalmente viável. Com o nível de exigência do consumidor no que diz respeito à rapidez de entrega e qualidade do produto, as empresas (construtoras) cada vez mais deverão investir em alternativas para atender a esse mercado.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

É possível afirmar que o Sistema *Light Steel Framing* é mais vantajoso e econômico se comparado com o sistema convencional da construção civil?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

O projeto de pesquisa visará às vantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* na construção de residências unifamiliares e espaços comerciais, analisando a eficiência da tecnologia dentro do mercado da construção civil.

Colocando também em foco todos os passos para a execução de uma obra, desde a fundação até o detalhamento de estruturas, para assim, concretizar as vantagens deste sistema.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo geral

Analisar a evolução, os ganhos em produtividade, características gerais, e as vantagens do uso do Sistema *Light Steel Framing* em comparativo ao sistema construtivo convencional.

1.6.2 Objetivos específicos

1. Apresentar brevemente sobre o sistema tradicionalmente usado nas construções civis;
2. Descrever o sistema *Light Steel Framing*, desde o seu histórico até a aplicação;
3. Elaborar um comparativo entre o sistema convencional da construção civil e o Sistema *Light Steel Framing*;
4. Evidenciar as vantagens do Sistema *Light Steel Framing* para qualificá-lo como alternativa para solucionar o mal uso de matéria prima convencional no canteiro de obras.
5. Elaborar um projeto arquitetônico residencial unifamiliar utilizando o sistema *Light Steel Framing*;

1.7 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Segundo Marconi e Lakatos (2003), a metodologia é importante quando se analisa o quadro de referência utilizado, este pode ser compreendido como uma totalidade que abrange a teoria e a metodologia específica.

Visando a solução da problemática da pesquisa e o proposto nos objetivos gerais e específicos, o trabalho será composto por duas partes, uma de teoria e outra projetual. Para o desenvolvimento do estudo, Gil (2010), afirma que a pesquisa bibliográfica é importante devido às respostas encontradas para determinados problemas apresentados.

A realização da parte prática do trabalho, será feita por meio da pesquisa projetual em conjunto com a pesquisa bibliográfica para levantamento de dados, para que o pesquisador e professor orientador possam analisar os dados obtidos e assim, definir a melhor adequação da proposta em relação a comprovação da hipótese.

2 APROXIMAÇÕES TEÓRICAS NOS FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS

Neste item, encontram-se as premissas que norteiam o projeto de pesquisa sobre o Sistema *Light Steel Framing* para residências unifamiliares no Brasil, evidenciando as suas vantagens em comparativo com o sistema convencional da construção civil e também apresentando todos os passos para um bom funcionamento do sistema LSF no canteiro de obras.

2.1 NA HISTÓRIA E TEORIA

2.1.1 A HISTÓRIA DA MORADIA

Conforme Nolasco (2014), o homem pré-histórico não possuía moradia fixa, eram nômades, os quais, permaneciam em um lugar enquanto havia alimentação. Nestas condições, passaram a buscar cavernas e grutas para se abrigarem do sol, chuva e animais perigosos. Com o passar do tempo, ocorreu a descoberta do fogo fazendo com que os homens pré-históricos utilizassem mais dos recursos naturais, como peles, barro, pedra e madeira como matéria prima de suas moradias.

2.1.2 REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A grande revolução industrial começou a acontecer em meados de 1760, na Inglaterra, com a grande migração do homem que vivia no campo e passou a viver na cidade. Com isso, grandes inovações tecnológicas surgiram, como o aço, ferro e também grandes indústrias tiveram um alto crescimento, como por exemplo a indústria da construção civil, que devido a grande expansão das cidades, necessitou a construção de moradia para essa nova população urbana (CAVALCANTE; DA SILVA, 2011).

Segundo Campos (2002) durante este período com o aparecimento de novos materiais, novos sistemas e métodos de construir, deu-se o surgimento da Engenharia Moderna. Após este período novas e cursos de engenharia se desenvolveram, os quais, procuravam formar técnicos capazes de lidar com todos aqueles novos materiais.

2.1.3 EVOLUÇÃO DOS MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

A alvenaria convencional tem suas origens na Pré-História, sendo assim, considerado um dos mais antigos sistemas de construção. As primeiras alvenarias, desenvolvidas em pedra ou em tijolo cerâmico seco ao sol, apresentavam grande resistência e durabilidade. Entre os séculos XIX e XX, obras de grande porte eram construídas em alvenaria, como o grande edifício “Monadnock”, construído em Chicago entre 1889 e 1991 com 16 pavimentos e 65 metros de altura (PESTANA et al., 2014)

Figura 01 – Edifício Monadnock



Fonte: Vitruvius (2006)

No decorrer dos anos, novas tecnologias foram criadas pois à demanda dentro da indústria da construção civil cresceu cada vez mais. Devido a grande procura de habitações, novos sistemas foram surgindo em razão do Deficit Habitacional. Com isso, sistemas com rápida execução foram necessários para cobrir este problema. Para solucionar estas questões, sistemas como, *Light Steel Framing*, drywall, concreto PVC, Biconcreto (concreto vivo), foram crescendo no mercado da construção civil (BRITO, 2018).

2.1.4 HISTÓRIA DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

À chegada do sistema *Light Steel Framing* está diretamente ligado ao desenvolvimento da industrialização da construção civil, bem como o aumento da pré-fabricação no setor da construção desde à 2ª Guerra Mundial. O desenvolvimento da construção em painéis autoportantes de aço surgiu a partir da técnica de *Wood Frame*, como é possível analisar na figura 02, que apresenta como matéria prima principal a madeira, surgindo no oite dos Estados Unidos (FRAMPTON, 2008).

Figura 02 – Sistema *Wood Frame*



Fonte: Iben Engenharia (2018).

Após à 2ª Guerra Mundial, os chamados de pré-fabricados adquirem força para tentar suprir o déficit habitacional. Diversos métodos foram desenvolvidos nesta época, dispostos à aumentar a produtividade, diminuir o tempo de construção e a racionalização do projeto. À aplicação do Steel Frame ocorreu na década de 1990, impulsionado pelo aumento no preço das construções em madeira (EICKHOFF, 2015).

A grande necessidade de se utilizar o sistema *Light Steel Framing* ocorreu após os desastres naturais que devastaram os Estados Unidos, como furacão Andrew em 1992 e em 1994 o terremoto Northridge. A maior parte das casas de Wood Frame mostraram-se pouco resistentes aos desastes, causando um grande furo na economia, devido à isso, o sistema *Light Steel Framing* ganhou força, impulsionando o mercado da construção civil (JARDIM; CAMPOS, 2016, p.5).

No Brasil, a obra pioneira em Steel Frame foi elaborada em 1998 pela construtora paulista Sequência, que foi um condomínio de casas de alto padrão executados em cem dias com quase todos os componentes importados. Embora o sistema seja mais utilizado nas grandes metrópoles como Belo Horizonte, São Paulo e Curitiba, aos poucos começa a se expandir em áreas fora dos grandes centros, por seus componentes serem leves e de fácil transporte (FRAMPTON, 2008).

Como Jadim e Campos (2016), o sistema LSF é um método construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar às cargas da edificação e trabalhar em união com outros sub-sistemas industrializados, o qual, permite a utilização de diversos materiais flexíveis, pois não apresenta grandes restrições aos projetos.

2.2 METODOLOGIAS DE PROJETO

2.2.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico pertence à família de processos de decisão, este processo pode utilizar a descrição verbal, gráfica ou simbólica, isto é, diversos mecanismos de informação para acelerar analiticamente um modelo e seu comportamento. Pode-se ainda considerar as principais fases do modelo geral da tomada de decisão, que descrita pela prática profissional dos projetistas, dividem-se em programa, projeto, avaliação e decisão (KOWALTOWSKI, 2006).

As edificações que utilizam do sistema *Light Steel Framing* em suas obras podem destacar vantagens, assim como os problemas manifestados do mercado atual. Por este, ser um sistema relativamente novo no país, o conhecimento e o domínio da técnica muitas vezes acontece durante as obras realizadas (CAMPOS, 2014).

Segundo Bevilaqua (2005), se tratando de um processo com nível de industrialização elevado se comparado à alvenaria convencional, o LSF como solução estrutural para as edificações habitacionais manifesta uma série de vantagens, tanto em comparativo a construção habitacional, ou seja, alvenaria, quanto em comparativo com a construção em madeira.

2.2.2 AS VANTAGENS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

Uma das grandes vantagens do sistema LSF é a industrialização de seus componentes estruturais aproximando a construção civil do conceito de desenho industrial, possibilitando agilidade no canteiro de obras. Os perfis, que compõem o sistema, podem ser fornecidos pela indústria, já cortados e identificados, possibilitando uma maior facilidade em relação a montagem da estrutura em aço. Em adicional, há a possibilidade de entrega direta de painéis estruturais montados, diminuindo o tempo de obra e evitando desperdício de matéria prima (CAMPOS, 2014).

De acordo com Faria (2013) falando do controle de qualidade e industrialização dos materiais, adequado ao fato que os produtos no sistema LSF são padronizados e produzidos por precisos processos industriais, é disponibilizado às devidas submissões e adequações a controles de qualidades exigidos, o que possibilita uma execução mais segura, além disto, acrescentar a conservação do empreendimento. Dentro destas

características, deve ressaltar sobre os perfis de aço, que devido á industrialização, seguem rigorosas normas de produção, garantindo alto controle de qualidade.

Devido a utilização de perfis estruturais em aço, que são mais leves e apresentam alta resistência, o LSF utiliza componentes que possuem rígido controle de qualidade e se adequam às normas internacionais de desempenho, ABNT NBR 15.575, que diz sobre às características indispensáveis de uma obra para a qualidade do consumidor, com o objetivo de prezar pelo conforto. Em relação a todas essas normais, a obra garante a qualidade e a durabilidade do sistema (BELVEQUIA, 2005).

Em questão da durabilidade e desempenho da estrutura, segundo Maso (2017), a resistência do aço é excelente quando se trata de estruturas, além do controle de qualidade que existe na produção do mesmo, proporcionando uma matéria prima mais homogênea no questão estrutural, que possibilita dimensionamentos assertivos, aumentando a segurança. Os perfis de aço são sujeitos ao processo de galvanização que acrescenta longevidade e durabilidade.

Dentre as vantagens do sistema *Light Steel Framing*, uma diz respeito ao desempenho térmico-acústico. Neste sistema, como as paredes são ocas, formando uma película de ar entre os perfis e placas de fechamento, já garante um excelente desempenho. Porém é possível aumentar o grau de isolamento com a utilização de materiais isolantes, como a lã de vidro. Este material fibroso apresenta uma absorção acústica e, além disso, possui boa resistência térmica, devido ao confinamento de ar entre as placas, dificultando a tranferência de calor entre os elementos (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

Figura 03 – Instalação Lã de Vidro.



Fonte: Amplitude acústica (2012).

Sobre a otimização dos recursos naturais, o sistema LSF é majoritariamente de construção à seco, fazendo com que o desperdício de água seja reduzido. Como à matéria prima do sistema *Light Steel Framing* é o aço, considerado um material sustentável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades (SOUZA, 2014).

2.3 NO URBANISMO E NO PLANEJAMENTO URBANO

2.3.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de Desenvolvimento Sustentável foi exibido pela primeira vez na década de 80 pelo Relatório *Brundtland* (documento intitulado *Nosso Futuro Comum*, publicado em 1987, desenvolvido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento), relacionando os temas aos sistemas que envolvem a construção civil (CORRÊA, 2009).

Segundo Barbosa (2008), após o conceito de Desenvolvimento Sustentável ser exibido no Relatório *Brundtland*, o conceito foi firmado na Agenda 21, documento este que foi desenvolvido na Conferência “Rio 92”, e anexado em outras agendas mundiais de desenvolvimento e de direitos humanos.

A crescente preocupação com fatores ambientais e sustentáveis fez existir à avaliação de desempenho ambiental dos edifícios ou de sustentabilidade do empreendimento. Este processo de avaliação procura indicar medidas para a diminuição de impactos a partir de modificações na forma que os edifícios e residências são projetados (KOWALTOWSKI, 2006).

Algumas instituições como a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA e o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS apresentam diferentes princípios básicos da construção sustentável, são eles, o aproveitamento de condições naturais locais, utilizar o mínimo da taxa de ocupação do terreno, análise do entorno, qualidade urbana externa e interna, gestão sustentável da implantação da obra e redução do consumo energético (CORRÊA, 2009).

2.3.2 DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO

De acordo com a FJP (2009), a definição de Déficit habitacional está vinculado ao fato de existir uma deficiência em relação as moradias. Sendo que estas, sem condições

de serem habitadas, devido as edificações mal executadas ou que não seguem e apresentam os requisitos mínimos para habitação.

O déficit habitacional brasileiro é um grande problema social que demanda soluções rápidas e eficientes. A grande maioria dos órgãos públicos e empresas privadas, que envolvidos na indústria da construção civil, procuram produzir os projetos de edificações, desde a concepção até o seu acabamento, de maneira cada vez mais econômica (BELVEQUIA, 2005).

Segundo Campos (2014), o déficit habitacional brasileiro é um dos maiores problemas existentes em todas as regiões do país. Os números existentes demonstram que mais de cinco milhões de habitações são necessárias para auxiliar à demanda crescente por moradia. No que lhe diz respeito, a região sudeste reflete 35% desse número, e em especial no estado de São Paulo são necessárias mais de um milhão de unidades habitacionais.

O problema habitacional brasileiro está presente desde o final do século XIX. Na atualidade o déficit habitacional e à demanda habitacional possuem números relevantes e solicitam solução rápida. Devido à falta de industrialização nas etapas fundamentais da construção civil impossibilita o atendimento as necessidades por moradia no território brasileiro (FARIAS, 2013).

2.4 NA TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO

2.4.1 FUNDAÇÕES

O radier é um tipo de fundação rasa, formada de uma laje em concreto armado com às cotas próximas da superfície do terreno, n0 qual toda estrutura se sustenta. Usualmente, é dimensionado com base no modelo de pala sobre base elástica, neste caso, o solo é estudado e visto como um meio elástico formando diversas molas que agem sob o inferior da placa, possibilitando uma reação proporcional ao deslocamento (TERNI et al., 2008).

A construção em *Light Steel Framing* possui peso próprio, muito menor se comparad0 com a construção em alvenaria convencinal. Devido à isso, existe uma redução considerável entre às cargas na fundação, gerando economia nesta etapa significativa da obra, que pode chegar à 75% em relação econômica. A fundação mais

comum para este tipo de construção é a do tipo Radier (figura 04), que seria uma laje de concreto armado leve, aplicável na maioria dos solos (FLASAN, 2007).

Conforme Domarascki e Fagiani (2009) a fundação do tipo radier é rasa, devido à esta característica, configura uma laje em concreto armado com espessura que permite ser rente à superfície do terreno, assim todas as cargas provenientes da estrutura se apóiam. Por este fato, o sistema *Light Steel Framing* pode ser considerado um sistema auto-portante, a fundação deve estar nivelada e em enquadra, permitindo assim a correta eficiência da estrutura.

Figura 04 – Fundação tipo Radier



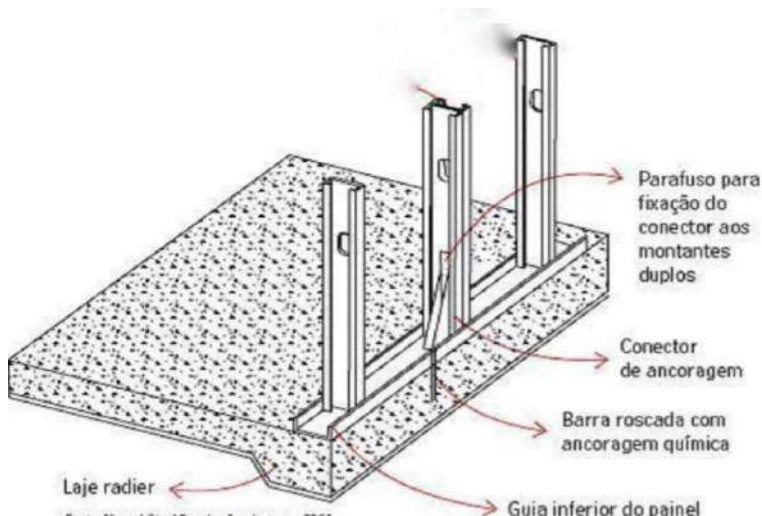
Fonte: Naves Engenharia (2018)

2.4.2 ANCORAGEM

Posteriormente a execução da fundação, os painéis estruturais devem ser fixados, para que suportem a pressão do vento, que ocasiona efeitos como os de translação e tombamento, que fazem com que a estrutura se desloque lateralmente e levante ou até mesmo gire em torno de um eixo de sua base. Escolher o tipo de ancoragem depende de fatores climáticos, tipos de carregamento e tipo de fundação, e os parâmetros como espaçamento dos pontos de ancoragem e suas dimensões, estes, são determinados segundo cálculo estrutural (OLIVEIRA, 2012).

Essa fixação se dá através de diferentes tipos de ancoragem possíveis quando utilizados no mercado da construção em LSF, em que as mais utilizadas são, ancoragem expansiva com parabolts, ancoragem química com barra roscada e ancoragem provisória com sistema de finca pinos acionado por pólvora. Como exemplo, pode-se observar a ancoragem provisória (Figura 05), que é feita pelo sistema finca pinos acionado por pólvora e utilizado apenas para manter o prumo da estrutura até que seja realizada a ancoragem definitiva deles (BATTISTELLA, 2011).

Figura 05 – Ancoragem provisória

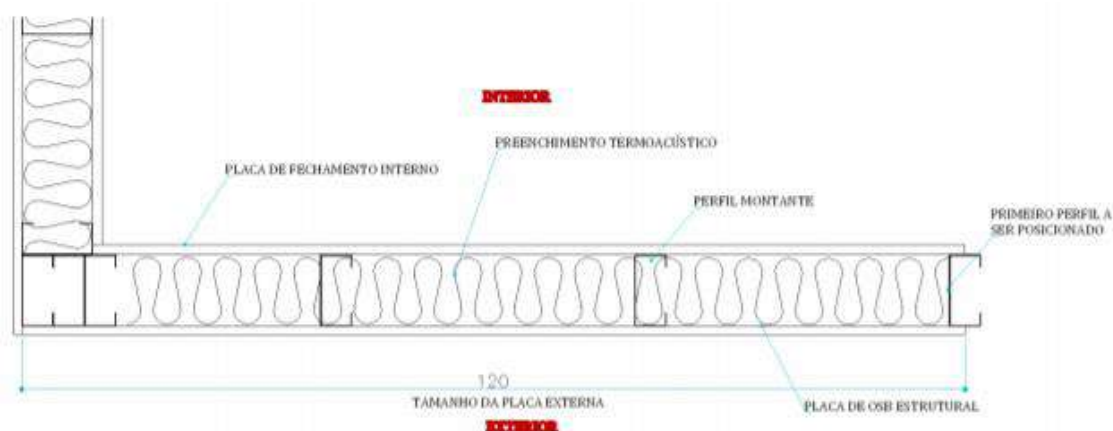


Fonte: Oliveira (2012)

2.4.3 ESTRUTURA

De uma maneira geral, toda edificação necessita de um sistema estrutural que possibilite mantê-la estabilizada e apta para utilização quando sujeita a diferentes ações. O sistema LSF é uma posposta afim de racionalizar a elaboração da estrutura da edificação utilizando perfis dobrados a frio. Estes, apresentam as medidas de 0,8mm e 3,0mm de espessura, sendo o mais utilizado os perfis com espessura de 0,95mm (SOUSA E MARTINS, 2009).

Figura 06 – Modelo de paginação dos perfis/montantes.



Fonte: Campos (2014)

Os painéis estruturais são compostos por vários perfis, os quais, são parafusados e espaçados regularmente entre si, conforme a modulação definida no cálculo estrutural, que pode variar entre 400mm à 600mm, como é possível visualizar na figura 06, atendendo aos requisitos da norma ABNT NBR 14.762:2003. Esta modulação propõem a otimização dos custos, devido a quase todos os materiais complementares e subsistemas são enquadrados em múltiplos desse espaçamento, possibilitando o controle de utilização de desperdício de materiais. Usualmente, os perfis são executados em fábrica, certificando boa produtividade, melhores condições de trabalho, qualidade e diminuição da área de canteiro de obras (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

A estrutura do Sistema *Light Steel Framing* são compostas por dois tipos de perfis, que são eles, os comerciais e os personalizados. Os perfis comerciais, que apresentam medidas padronizadas pela ABNT NBR 15.253:2005, são chamados também de (montantes e guias). Já os perfis personalizados, são fabricados acompanhando o projeto estrutural definido (CAMPOS, 2014).

Os montantes, são executados em guias (perfis “U”), que por sua vez são ancoradas na fundação. Os painéis são fixados na fundação através de chumbadores, que podem ser do tipo *parabolt* ou *webgebolt*. Usualmente são colocados peças para reforço no encontro dos respectivos painéis, como pode-se observar na figura 07, garantindo o esquadro da estrutura (SOUSA E MARTINS, 2009).

Figura 07 – Ancoragem do painel à fundação.



Fonte: Santiago et al (2012)

Às Guias (perfis “U”) podem ser explicados por elementos que fixam as extremidades dos montantes (superior e inferior) conformando a estrutura básica do sistema LSF. A

união desses perfis, é executada com parafusos autoportantes com diferentes cabeças (lentilha, sextada e panela), os quais, são empregados de acordo com o local de uso e função estrutural do parafuso (TERNI et al., 2008).

A concepção do sistema Steel Frame possibilita que os painéis trabalhem em conjunto havendo um travamento entre si, gerando uma totalidade na estrutura. Os painéis podem ser executados na vertical, para serem utilizados como paredes, e na horizontal como pisos. Os painéis verticais, em sua grande maioria, são portantes, ou seja, trabalham como estrutura da edificação, recebendo assim as cargas e dando estabilidade ao conjunto (TERNI et al., 2008).

2.4.4 FECHAMENTO, ISOLAMENTO E REVESTIMENTO

De acordo com Gomes (2009), no sistema LSF, os componentes de fechamento necessitam ser executados por elementos leves, compatíveis com o conceito dimensionado para suportar vedações de baixo peso próprio. No fechamento e revestimento da estrutura de aço, atualmente são utilizados três tipos de painéis para melhor desempenho, são eles: as placas cimentícias, os painéis de madeira comercialmente denominados OSB e as placas de gesso acartonado.

As placas de madeira nomeadas *Oriented Strand Board*, mais conhecidas como OSB (figura 08,) são manipuladas a partir de fibras dispostas em três camadas perpendiculares entre si, sendo unidas por resinas e prensadas em altas temperaturas. A resistência mecânica dessas placas diz respeito do caráter estrutural, atribuindo baixo peso, rigidez, facilidade de transporte e instalação manual (BARROS, 2017).

Figura 08 – Painel OSB



Fonte: TecnoFrame (2019)

De acordo com a Construtora Metalica (2012), em relação às chapas de fechamento externo, é de extrema importância avaliar e especificar as características, que são: resistência à flexão, absorção de água, resistência às intempéries, e a variação dimensional em razão da diferença de umidade e do efeito de temperatura. Usualmente, quanto maior a absorção de água, maior a variação dimensional por efeito de umidade, portanto, maior movimentação e deslocamento das chapas. Quanto maior a movimentação das chapas, maior necessita ser a capacidade do material utilizado para o preenchimento das juntas entre às chapas.

É possível também que o fechamento seja feito com Placas Cimentícias (figura 09) que são formadas com uma mistura de agregados, cimento e fibras sintéticas. Este tipo de fechamento pode ser utilizado tanto em áreas internas quanto em áreas externas, podendo ser exposto à chuva e ser utilizados como estrutura vertical ou horizontal. Este tipo de placa apresenta excelentes características, entre elas, elevada resistência a impactos e à umidade, são compatíveis com a maioria dos revestimentos, fácil manuseio e resistente ao fogo (FARIAS, 2013).

Figura 09 – Placa Cimentícia



Fonte: Imbralit (2019).

É possível a utilização da maioria dos revestimentos que existem no mercado de arquitetura de interiores e que são utilizados nas construções convencionais, serem aplicados nas construções de LSF, porém de acordo com o tipo de placa gerenciada como fechamento, é necessário tratar a superfície para receber alguns tipos específicos de revestimentos. Para placas cimentícias e OSB, usadas regularmente em áreas externas da edificação, além da membrana de impermeabilização aplicada, é necessária a aplicação de argamassa. A mesma, é desenvolvida sobre uma tela que é aparafusada na placa, não

permitindo que a argamassa escorregue pela superfície da placa, garantindo uma boa aderência. Posteriormente, podem ser realizados os procedimentos como pintura e aplicação de cerâmicas (SANTIAGO, 2008).

Conforme Jardim e Campos (2005), com relação ao isolamento energético e térmico, devido aos avanços tecnológicos dos produtos e processos de cálculo, é possível mensurar a real necessidade do isolamento e quantificar o material isolante necessário. Existem diversas formas de conservação energética em uma construção, entre elas conter infiltrações de água, evitar a formação de umidade e reduzir as perdas térmicas entre o meio interno e externo. Pode-se utilizar diferentes tipos de materiais como, lã de pet/lã de vidro, lã de rocha e o poliestireno expandido, popularmente conhecido como isopor, atendendo os requisitos da ABNT NBR 15.575:2008 para níveis de isolamento térmico e acústico.

Para revestimentos das faces externas e de ambas as faces das paredes divisórias internas, são montados e executados com placas de gesso acartonado. Essas placas de gesso possuem diferentes tipos, que são, tipo ST (*Standard*) para áreas secas (sala, quarto e circulação) e para forros do tipo RU (resistente à umidade) para áreas molhadas (cozinha e banheiro), seguindo as indicações da norma ABNT NBR 15.758:2009. Atendendo as indicações da norma, segue com a montagem do gesso acartonado com 12,5mm de espessura (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

2.4.5 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS, HIDÁULICAS E ELÉTRICAS

Segundo TERNI et al. (2008), é recomendável que as instalações sejam realizadas depois da montagem das estruturas das paredes, lajes, coberturas e após aplicados os revestimentos externos. As instalações com sistema *Light Steel Framing* são as mesmas realizadas em edificações convencionais e apresentam o mesmo desempenho, não variando em razão do sistema construtivo. Desta forma os materiais utilizados e princípios de projeto são executados em edificações convencionais, portanto as considerações para o projeto e uso das propriedades dos materiais não diferencia do tratamento tradicional nessas instalações.

As instalações no sistema construtivo LSF são facilmente executadas, por entre os furos e aberturas existentes nos montantes da estrutura, é possível realizar a instalação dos eletrodutos e tubulações hidrossanitárias e elétricas com agilidade e segurança, como é possível visualizar na figura 10. Estas tubulações necessitam ser protegidas nos

encontros com às aberturas dos perfis com anéis de plásticos semi-rígidos, que servem também para que os eletrodutos não apresentem fissuras ou rompam em contato com às rebarbas do aço galvanizado (CAMPOS, 2014).

Figura 10 – Instalação Hidráulica e Elétrica.



Fonte: Angullar (2018)

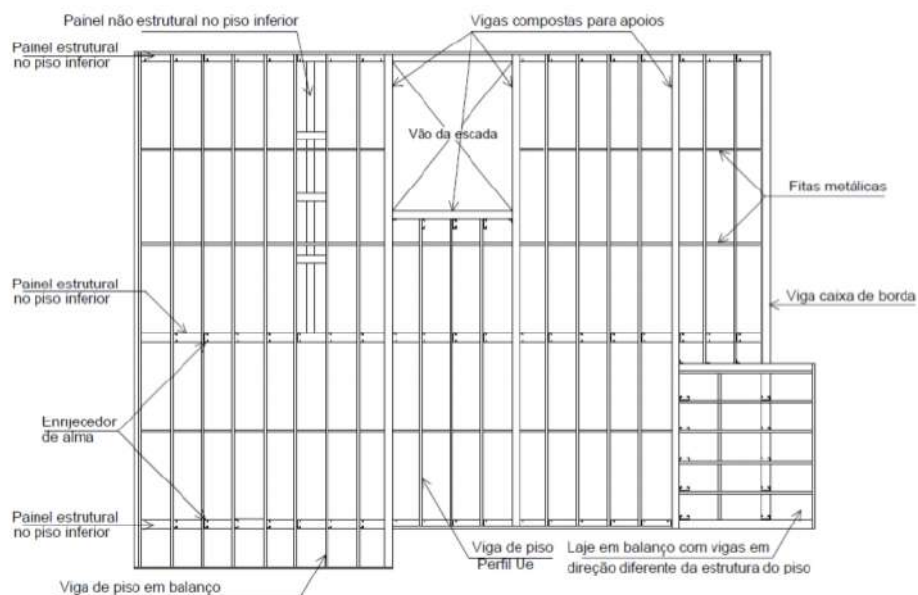
Desta maneira, nas tubulações destinadas para instalações hidráulicas, como água quente e fria nos sistemas, pode-se utilizar todos os materiais que são utilizados nas construções comuns, tais como PVC (policloreto de vinila), e PEX (polietileno reticulado), o PPR (poliestileno copolímetro random), cobre, entre outros. Com finalidade de garantir à firmeza necessária para as operações de fixação, os registros hidráulicos devem ser parafusados e instalados no sentido horizontal (TERNI et al., 2008).

2.4.6 LAJES

De acordo com Maso (2017), as lajes no sistema LSF compõem elementos semelhantes aos painéis, são elaboradas por perfis de aço galvanizado de seção “Ue”, apelidados de vigas de piso, com o espaçamento de acordo com a modulação do projeto para que às cargas provenientes do carregamento e peso próprio da estrutura laje, sejam transferidas para os painéis acompanhando o conceito de estrutura alinhada.

Pode-se analisar na figura 11 um esquema de laje representada em planta baixa, que são executadas para o sistema LSF, mostrando os perfis utilizados, balanços, vãos e travamentos horizontais com fitas metálicas. Sobre as vigas de piso, é executado o contrapiso da edificação. Dependendo da forma de construção do contrapiso será definida à tipologia da laje entre laje seca ou laje úmida (SOUZA, 2014).

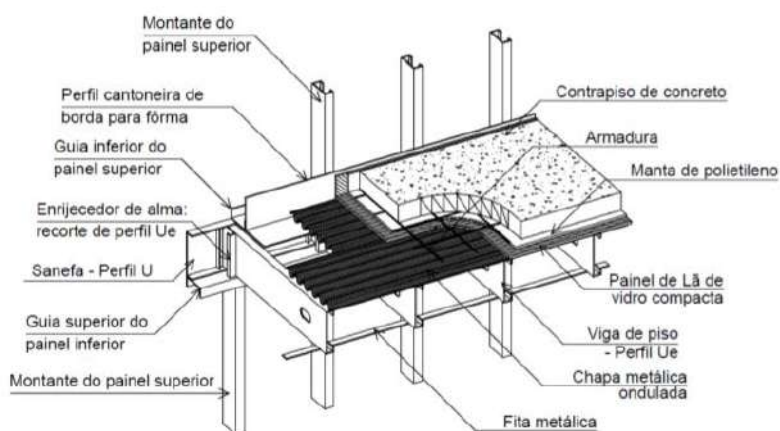
Figura 11 – Laje de *Light Steel Framing* em planta



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.54)

Como Santiago, Freitas e Castro (2012) apontam, a laje úmida é caracterizada quando se utiliza uma chapa metálica com perfil ondulado aparafusada às vigas e preenchida com concreto que molda-se de base para o contrapiso. Podendo assim, garantir conforto térmico e acústico na edificação, já que uma camada é preenchida com a lã de vidro compacta entre as chapas metálicas e o concreto, como acabamento final, o contrapiso recebe e se adequa a qualquer tipo de revestimento definido no projeto.

Figura 12 – Desenho Esquemático de Laje Úmida.

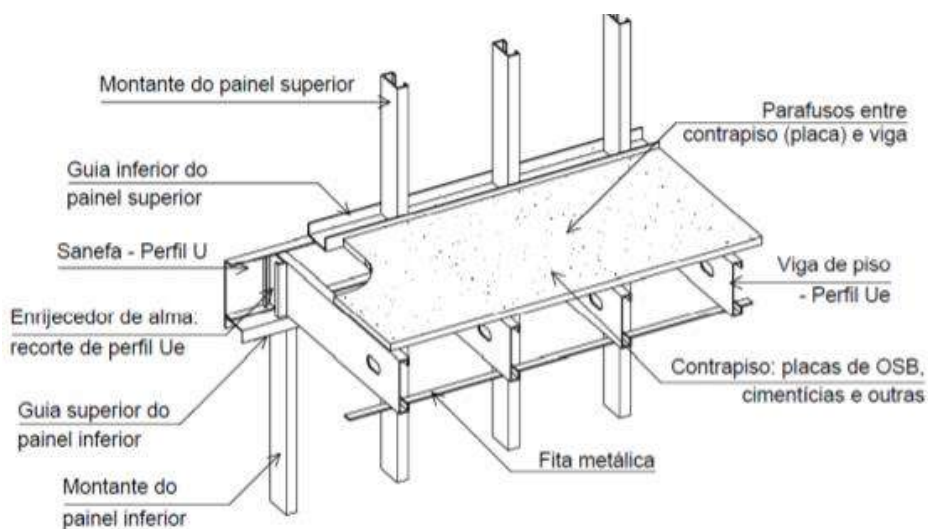


Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.55)

Já a laje seca, que pode ser visualizada pela figura 13, tem as características pela não utilização de água em sua formulação e por ser de maior praticidade na execução devido ao seu peso ser inferior às demais. Usualmente são utilizadas placas cimentícias ou placas OSB estruturais dependendo do local de aplicação. À espessura das placas é escolhida pelo carregamento sobre a laje a fim de evitar deformações, como na laje úmida que também são utilizados elementos isolantes de função térmica-acústica, que neste caso, é utilizado lã de vidro entre as vigas e também uma manta de polietileno expandido entre a estrutura e o contrapiso (MASO, 2017).

As estruturas de vigas de piso recebem também os travamentos horizontais que apresentam a função de enrijecer a estrutura evitando as vibrações das vigas. Este travamento pode ser executado por diferentes bloqueadores ou fitas metálicas posicionadas horizontalmente nas vigas e fixadas através de parafusos e outros materiais que permitam esta junção (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 13- Desenho Esquemático da Laje Seca.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.55)

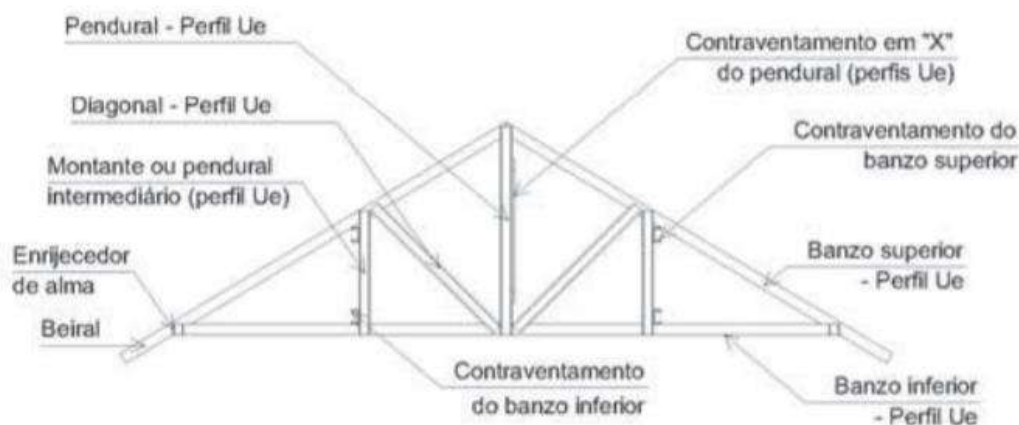
2.4.7 COBERTURA

Como TERNI et al. (2008) comenta, a definição da cobertura da edificação necessita da dimensão dos vãos que deverão ser vencidos; ações da natureza; opções arquitetônicas e estéticas, e a relação do custo-benefício. Construtivamente às coberturas para Steel Frame possuem as mesmas características das coberturas com estruturas convencionais.

É possível a aplicação de diversos tipos de telha em coberturas no sistema LSF, uma vez que sejam aplicados de maneira correta e apresentem os elementos necessários para aplicação. Telhas, como cerâmicas, obrigatoriamente necessitam de um elemento de apoio, são aplicados para este tipo de telhas, perfis do tipo cartola que atuam como ripas, já para telhas do tipo *Shingle*, utiliza-se placas de OSB impermeabilizadas. As telhas metálicas devem ser aplicadas apenas com caibros e tesouras, sem a necessidade de se utilizar outros elementos (MASO, 2017).

Para a execução de uma cobertura no sistema *Light Steel Framing* utiliza-se os mesmos perfis de aço galvanizado que são utilizados para a estrutura das paredes, que são os perfis “U” e “Ue”, com a alma (ligação entre os elementos estruturais entre as partes que estão sujeitas a esforço) de altura variante entre 90mm à 200mm de altura. Os perfis metálicos são necessariamente posicionados entre si de tal forma para gerarem o mínimo de excentricidade e transmitirem as ações aplicadas sem gerar efeitos adicionais. Portanto, os perfis que compõem as telhas, tesouras e os caibros devem possuir as almas alinhadas nos montantes das paredes para que a suportem (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

Figura 14 – Esquema cobertura inclinada para sistema LSF.



Fonte: Santiago; Freitas; Castro (2012).

3 CORRELATOS

As obras que serão listadas no decorrer do presente tópico, servirão como correlatos para base de desenvolvimento no projeto de comparação e análise de estruturas, que terá como princípio de estudo um projeto arquitetônico de residência unifamiliar como fundamento de pesquisa.

Os correlatos seguem como princípios para as partes, analisando aspectos: formais, funcionais e as tecnologias na construção (estruturais e técnicas), buscando elementos principais para destaque, que possivelmente serão agregados como proposta projetual no presente trabalho.

3.1 CASA SHINGLE

Casa Shingle, assim denominada pelo escritório de Arquitetura “Ramella Arquitetura”, se localiza na estrada do mar, em Xangri-lá, no litoral do Rio Grande Do Sul, Brasil. A tipologia do projeto é residencial finalizada no ano de 2012, ganhando este apelido devido aos seus conceitos americanos de casas com telhados com telhas *shingle* e com *bay-window*, que são como janelas localizadas na cobertura do projeto (ARCHDAILY, 2014).

Figura 15 – Perspectiva Casa Shingle.



Fonte: ArchDaily (2014).

3.1.1 Aspectos Formais

Observando a composição formal do projeto residencial, a autora percebe que o mesmo utiliza como linguagem à arquitetura moderna, com linhas lineares marcantes, como é possível analisar na cobertura da obra. Como as linhas da cobertura são inclinadas (figura 16), as paredes da edificação seguem no mesmo ângulo possibilitando o movimento da obra em uma das fachadas. Os pilares também ficam visíveis no exterior e são inclinados também junto com o telhado, formando assim um conjunto.

Figura 16 - Análise formal da edificação.

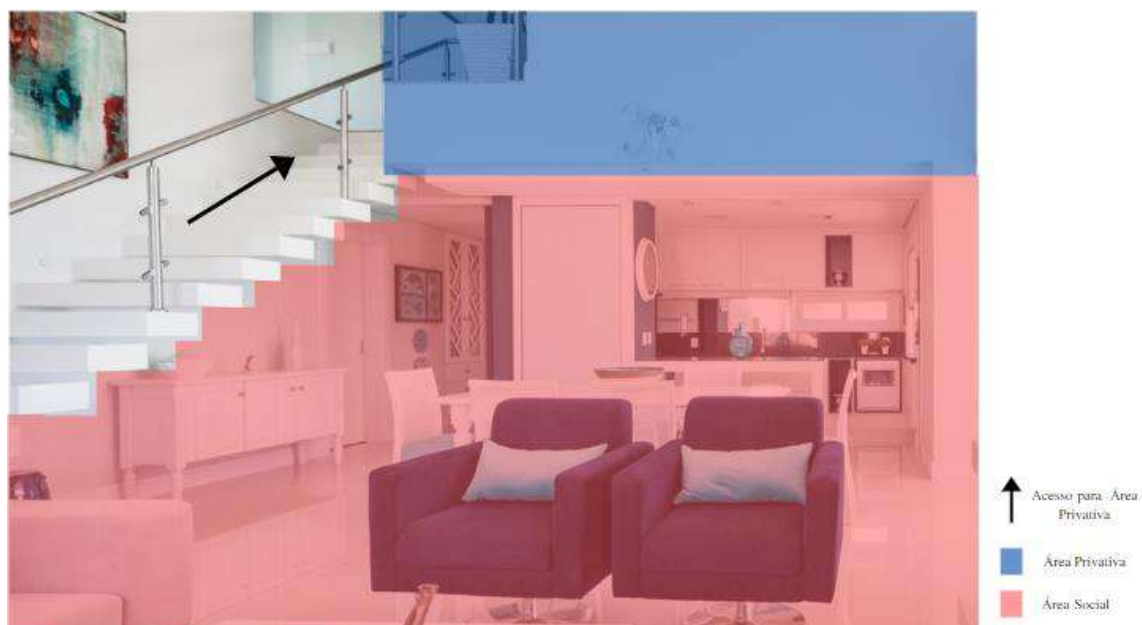


Fonte: Marcelo Donadussi, (2015). Modificada pela autora, (2020).

3.1.2 Aspectos Funcionais

A residência possui toda a estrutura necessária para os respectivos usuários, contando com 460m² de área total, sendo 300m² de área construída e 160m² de área social. Através da análise da planta baixa, a autora percebe que o projeto é distribuído em dois pavimentos, sendo o térreo dividido por áreas sociais como, sala de estar, cozinha gourmet e área para churrasqueira. No pavimento superior, pode-se encontrar uma grande suíte e também duas demi-suítes, para acomodar os moradores.

Figura 17 – Análise fluxograma.



Fonte: Marcelo Donadussi, (2015). Modificada pela autora, (2020).

3.1.3 Aspectos Estruturais

Conforme análise da autora, pode-se perceber que a obra utiliza de duas principais técnicas construtivas: fechamentos em vidro e o uso de estruturas em concreto, figura 17. A estrutura de concreto convencional foi utilizada na confecção de toda à estrutura da residência, tendo grandes fechamentos em vidro e finalização com pintura em tinta convencional.

Figura 18- Análise de materiais da obra.



Fonte: Marcelo Donadussi, (2015). Modificada pela autora, (2020).

A cobertura, que apresenta técnica de telhado com águas, tendo diferentes alturas de cumeeira, fazendo com que a estrutura do telhado se mantenha com o mesmo desenho no interior da residência, podendo assim, utilizar de modo mais eficiente a altura total da edificação.

3.2 CASA PIRAJÁ

Pertencente a terceira geração da mesma família, a casa fica localizada na grande São Paulo, foi reformada para os novos usuários, um jovem casal e seu cachorro. Para a casa se adequar ao estilo dos novos moradores, os arquitetos responsáveis pela obra do Estúdio Bra, em 2016, optaram pela demolição da casa, pois a modelação antiga contava com o pé direito muito baixo, o que não atendia às expectativas dos clientes, sendo mantida apenas as alvenarias de divisão de lote, que são feitas de tijolo maciço e tinham como função, estrutural. Com o novo desing, possível de visualizar pela figura 19, o lote urbano que mede 4x24 metros, foi ocupado por um novo programa de necessidades que se dividiu em três níveis: térreo, pavimento superior e cobertura jardim (GREGÓRIO et al., 2016).

Figura 19 – Casa Pirajá

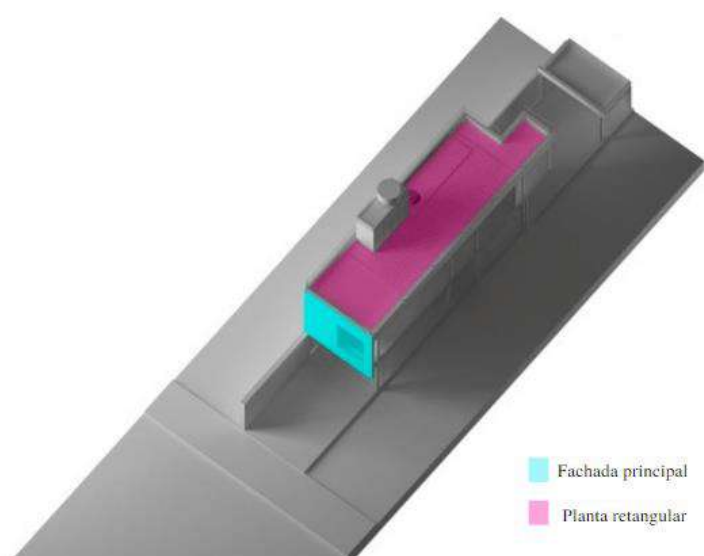


Fonte: Maíra Acayaba (2016).

3.2.1 Aspectos Formais

Dedicando-se à análise dos aspectos formais do projeto anteriormente citado, a edificação pertence à uma linha moderna e contemporânea, com traços lineares, tendo como fachada principal, aspectos de formas geométricas, remetendo ao quadrado e o seu “corpo”, como forma retangular. Para sequência da forma, foram utilizados materiais como ripas de madeira, concreto aparente e revestimentos com linhas horizontais para amplitude da fachada.

Figura 20 – Análise formal da fachada principal.



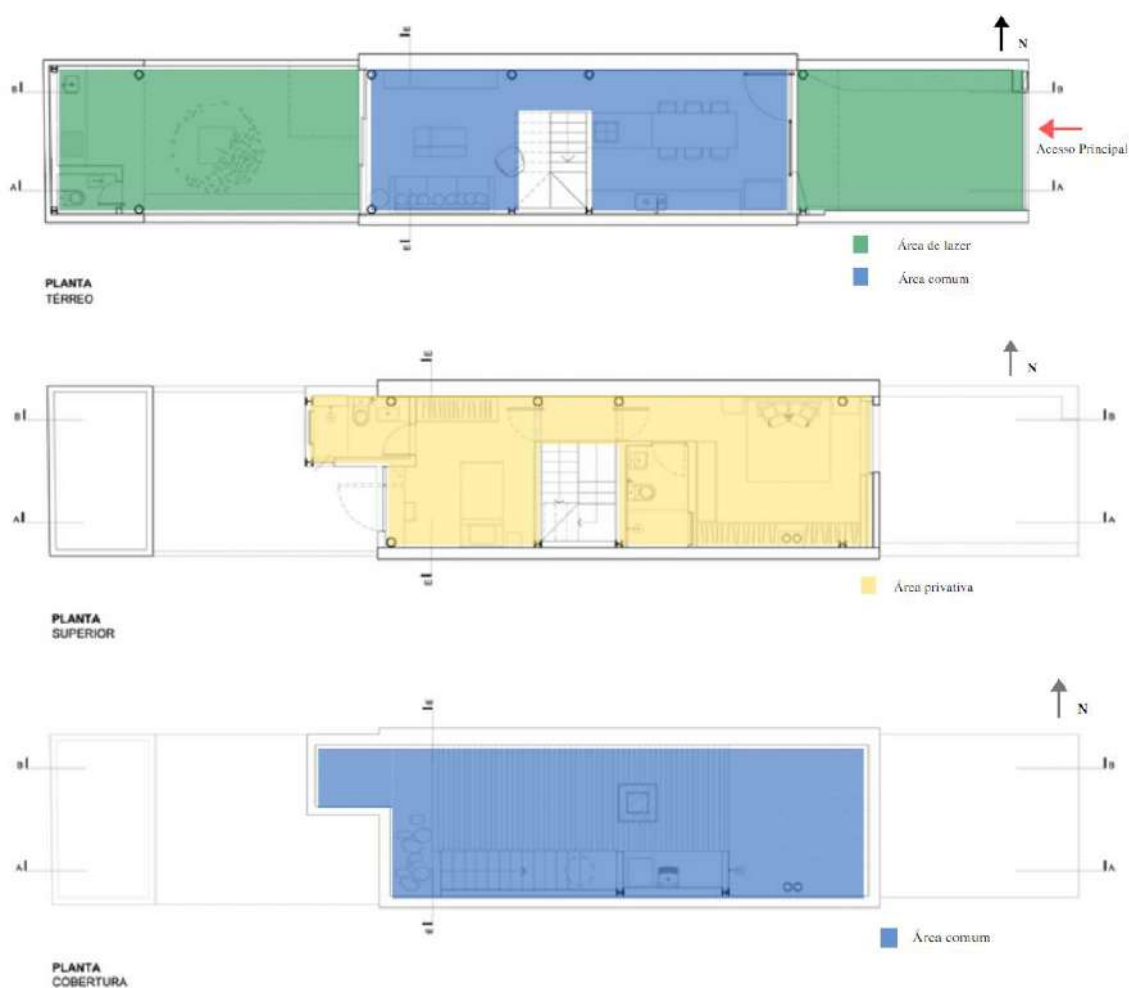
Fonte: Maíra Acayaba (2016). Modificada pela autora (2020).

3.2.2 Aspectos Funcionais

Em sua extensão, o projeto de residência para os respectivos usuários apresenta 110m², contendo uma fachada de 4 metros por 24 metros de profundidade do terreno. Como fluxograma, pode-se observar na Figura 20, a planta baixa do projeto, que foi dividiada em área de lazer, área comum e área privativa.

No térreo, pode-se observar a integração dos ambientes de sala de estar, cozinha, churrasqueira e jardim, livre de fechamentos verticais, possibilitando assim uma ligação entre os mesmos, ocasionando também a ventilação cruzada, tornando os ambientes ainda mais aconchegantes para os moradores. Para a ligação destes dois pavimentos, uma escada fica localizanda bem ao centro do projeto, para um fácil deslocamento para quem está utilizando dos ambientes.

Figura 21 – Análise da setorização da Casa Pirajá.



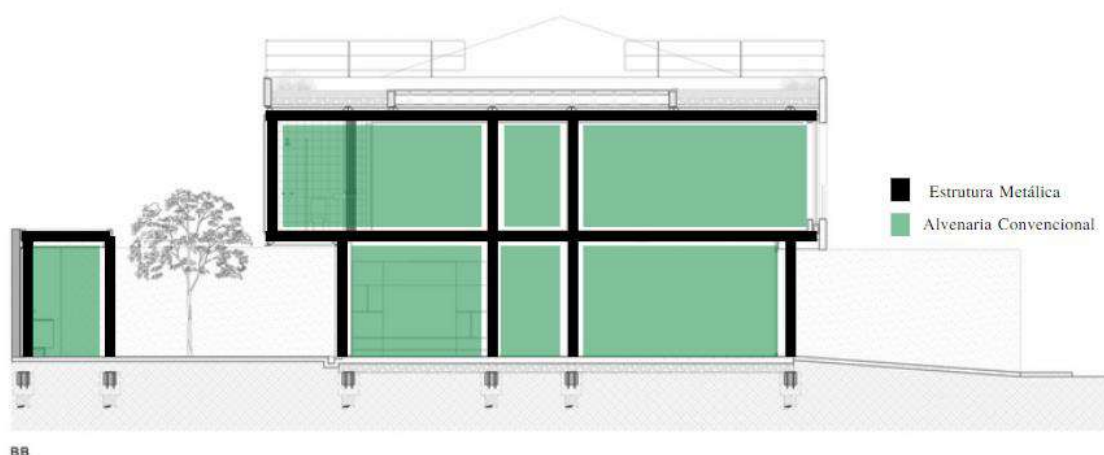
Fonte: ArchDaily, (2017). Modificada pela autora, (2020).

Já no pavimento superior, apresenta às áreas privativas, formadas por duas suítes sendo separadas por um pequeno corredor. Finalizando os pavimentos, tem-se uma escada que dá acesso à cobertura jardim, um área para convívio com vegetação e cadeiras para lazer dos moradores.

3.2.3 Aspectos Estruturais

Após análises, concluiu-se que a edificação, como é possível observar pela Figura 21, é composta por fechamentos em alvenaria convencional, com pilares metálicos de seção cilíndrica aparentes no interior da obra que além de servirem como sustentação do projeto, servem também como detalhe arquitetônico para o ambiente, também pode-se encontrar, vigas metálicas e lajes painel (ARCHDAILY, 2017).

Figura 22 – Análise das Técnicas Construtivas na edificação.



Fonte: Archdaily, (2017). Modificada pela autora, (2020).

3.3 CASA LITE

A edificação fez parte de uma amostra de arquitetura nacional, à 33ª edição da CASACOR São Paulo. O escritório de arquitetura responsável pelo projeto foi o Duda Porto Arquitetura. A casa busca por menos excesso e mais essência, que se baseia na arquitetura de planejamento e eficiência, para menor desperdício e maior aproveitamento dos materiais. Realizada em apenas 40 dias, a moradia traz o sistema modular como contexto, podendo ser transportada e remontada em qualquer lugar, devido a sua estrutura total utilizar do sistema *Light Steel Framing* (ARCHDAILY, 2019).

Figura 23 – Casa Lite SP.



Fonte: Desilson Machado – MCA Estúdio, (2019).

3.3.1 Aspectos Formais

Buscando analisar os aspectos formais evidenciados na obra Lite, a utilização de materiais naturais como carvalho natural localizado em todo o forro da edificação e também pedras naturais no detalhe que avança à fachada. As linhas retilíneas favorecem à obra, evidenciando a linguagem moderna que apresenta, integrando o interior com o exterior com a utilização dos vidros em todas as fachadas.

Figura 24 – Análise Formal fachada principal.



Fonte: Desilson Machado – MCA Estúdio, (2019). Modificada pela autora, (2020).

3.3.2 Aspectos Funcionais

No decorrer do estudo, a autora avaliou o fluxograma da obra, a qual pode perceber que a casa apresenta apenas um pavimento, sendo dividida em áreas privativas como os quartos e áreas comuns, como cozinha e sala de estar. Para uma maior funcionalidade da planta, é possível analisar na Figura 24, as divisões de cada ambiente, adentrando pelo acesso principal, seguindo com a sala de estar que integra a cozinha e no final deste retângulo, a suíte e as áreas molhadas. Como anteriormente citado, este modelo de planta baixa pode ser ampliado devido ao seu conceito, podendo ser desenvolvido as suítes bem como à cozinha e área de convívio.

Figura 25 – Análise do fluxograma.



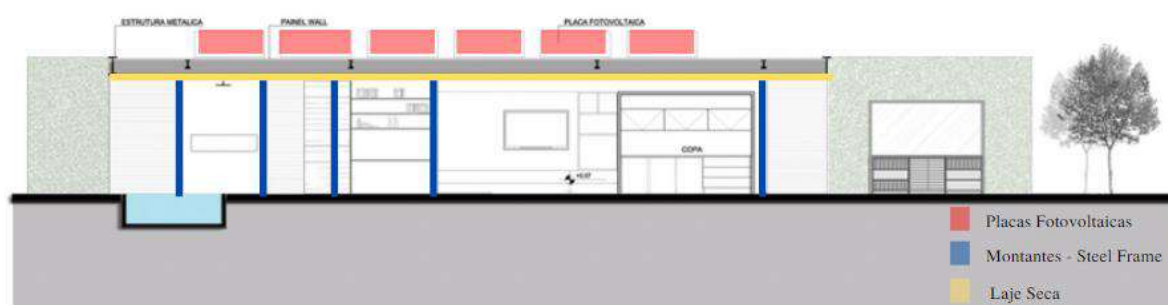
Fonte: Archdaily, (2019). Modificada pela autora, (2020).

3.3.3 Aspectos Estruturais

O projeto de 190m², desenvolvido em 40 dias, tem como preceito uma construção autossuficiente, modular e sustentável, de execução limpa e rápida (ARCHDAILY,2019). Após análises da autora sobre a obra, pode-se perceber que toda a sua extensão teve como estrutura o sistema Light Steel Framing, possibilitando a utilização da Laje Seca (um dos métodos utilizados como laje para este tipo de estrutura).

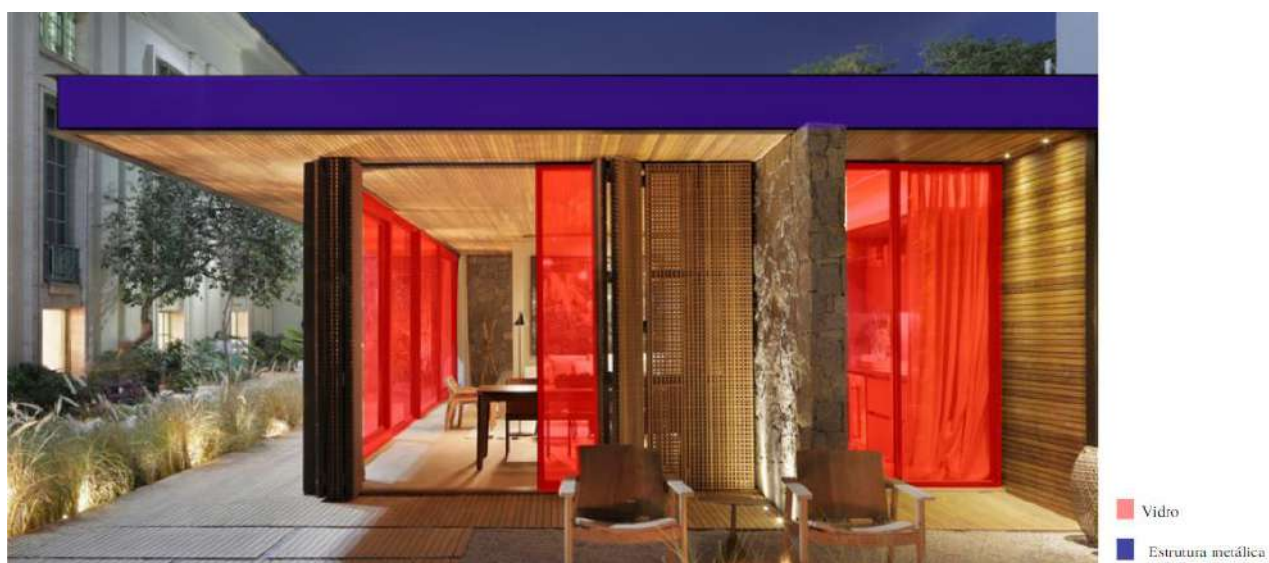
Além da estrutura Steel Frame, é possível analisar grandes fechamentos em vidro presentes no corpo da obra, que são sustentadas por estruturas metálicas. Na cobertura, é possível analisar as placas fotovoltaicas que favorecem no aquecimento interno do projeto residencial, tendo como estrutura metálica a sua sustentação.

Figura 26 – Análise estrutural Casa Lite.



Fonte: Archdaily, (2019). Modificada pela autora, (2020).

Figura 27 – Análise estrutural da fachada.



Fonte: Desilson Machado – MCA Estúdio, (2019). Modificada pela autora, (2020).

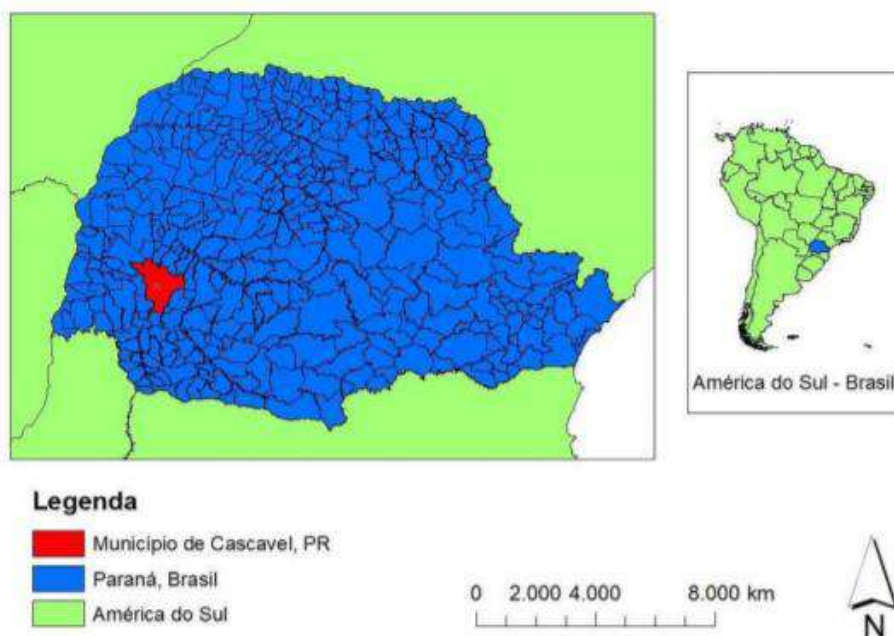
4 DIRETRIZES PROJETUAIS

O presente capítulo abrange as diretrizes projetuais empregadas pela autora para o desenvolvimento do estudo comparativo entre edificações convencionais e edificações utilizando o sistema *Light Steel Framing*. Para o desenvolvimento, são apresentadas a cidade de localização do projeto, o estudo do terreno de implantação e seu entorno, os conceitos utilizados na proposta, o programa de necessidades, a implantação e suas intensões formais.

4.1 Localização do projeto

Com base no assunto e tema proposto, a proposta de projeto para estudo e comparação de estruturas tem como localização, a cidade de Cascavel – Paraná. Conhecida como o polo econômico da região Oeste do Paraná, totalizando 324.476 habitantes, possuindo uma área territorial de aproximadamente 2.091,401km² (IPARDES, 2018).

Figura 28 – Cidade de implatação



Fonte: Richetti (2019).

Inicialmente, a região era habitada pelo índios Caigangues, tendo ocupação iniciada pelos espanhóis em 1557, os quais, fundaram a cidade de Guaíra. Após longos anos, em 1730 uma nova ocupação foi realizada, com o tropeirismo, porém, o povoamento da área

atual teve início apenas no final da década de 1910, pelos colonos e imigrantes eslavos, em decorrência ao ciclo da erva-mate. Após estes eventos, apenas em 1928, à vila começou a ser formada (CASCATEL, 2020).

Posteriormente, após a extinção do ciclo da erva-mate, em 1930, teve início o ciclo da madeira, atraindo expressivos números de famílias de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, especialmente poloneses, italianos e alemães, formando a base populacional da Cidade. A vila, com era chamada, foi oficializada pela prefeitura de Foz do Iguaçu em 1936, já denominada CascateL, sendo oficializada em 1938 pela Lei nº 7.573 (CASCATEL, 2020).

Encerrando o ciclo da madeira, em meados da década de 1970, a cidade de CascateL teve início à fase de industrialização da cidade, devido também aos números de atividade agropecuária, principalmente com soja e milho. Sendo considerada até hoje, como um polo agropecuário para cidades do estado e região (CASCATEL, 2020).

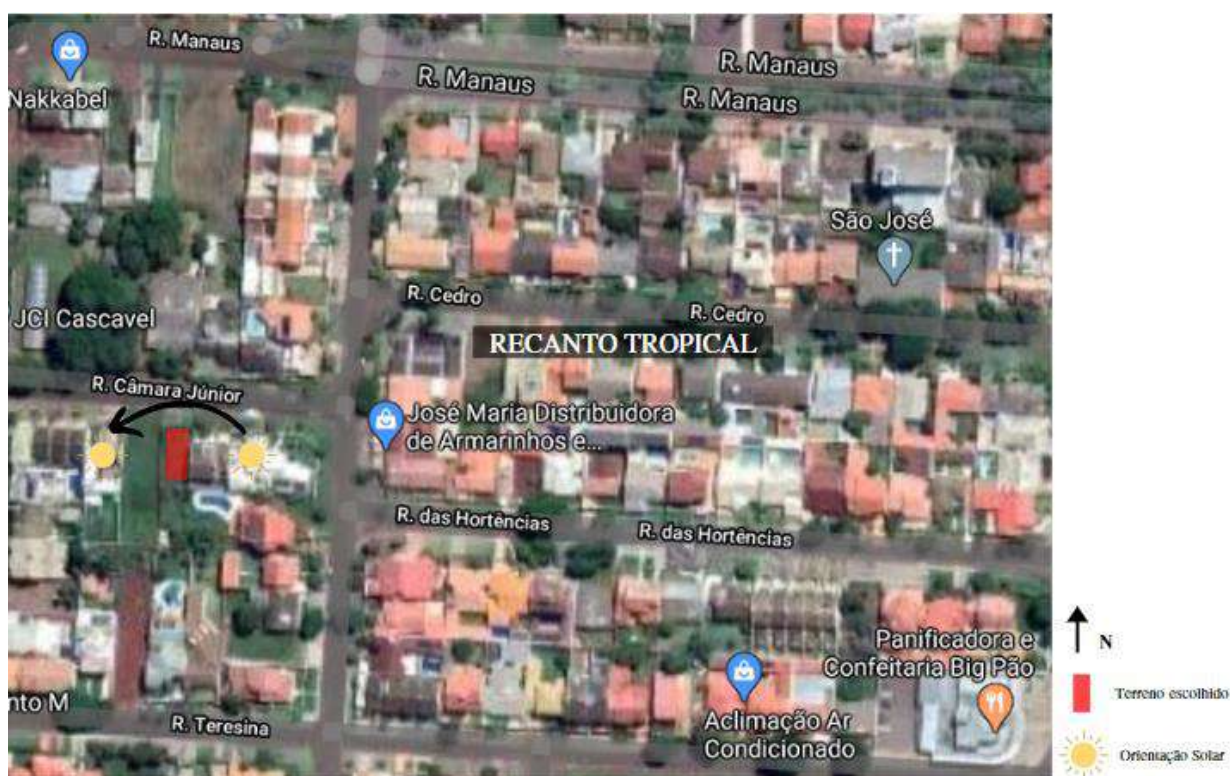
Segundo dados do Portal Catve (2017), a taxa de população da cidade de CascateL, obteve números expressivos no decorrer dos anos, sendo superior ao crescimento total da população brasileira. Os números apontam que a população brasileira cresceu 0,82%, já a população do Oeste do Paraná teve um aumento de 1,5%, representando assim, aproximadamente quase 5 mil habitantes a mais do que o ano de 2017.

4.2 Análise do terreno selecionado

A definição do terreno levou em consideração uma série de fatores determinantes para que o projeto de residência unifamiliar fosse projetado com exatidão, para que o qual se beneficie tanto com a o perfil residencial do bairro e também em relação ao entorno.

Tendo em vista, o terreno selecionado trata-se de uma região com baixo fluxo de carros, já que pertence à uma porção residencial da cidade de CascateL, localizado na parte inicial da quadra 138, especificamente na Rua Câmara Júnior com cruzamento para a Rua Fagundes Varela. O lote selecionado tem como registro 016D, com 236,74 m², tendo como TO (taxa ocupação máxima) de 60%, totalizando 142,044 m² de área construída permitida. A TP (taxa de permeabilidade mínima) é de 30%, significando que uma área de 71,02 m² deve ser permeável, e o coeficiente de aproveitamento mínimo 0,1, enquanto a capacidade máxima é 5, conforme consulta prévia da edificação realizada através do Geoportal (2020).

Figura 29 – Localização do terreno de implantação



Fonte: Google Maps, (2020). Modificada pela autora, (2020).

Ao observar a orientação e localização do terreno, confirmou-se que as fachadas da edificação que mais receberão incidência solar, serão a leste e a oeste (Figura 29). Em relação à topografia do terreno, pode-se perceber pela figura 30, que o lote não apresenta grandes diferenças em relação aos níveis do terreno, favorecendo assim toda a edificação.

Figura 30 – Desnível to terreno de implantação



Fonte: Geoportal (2020).

Figura 31 – Implantação do terreno



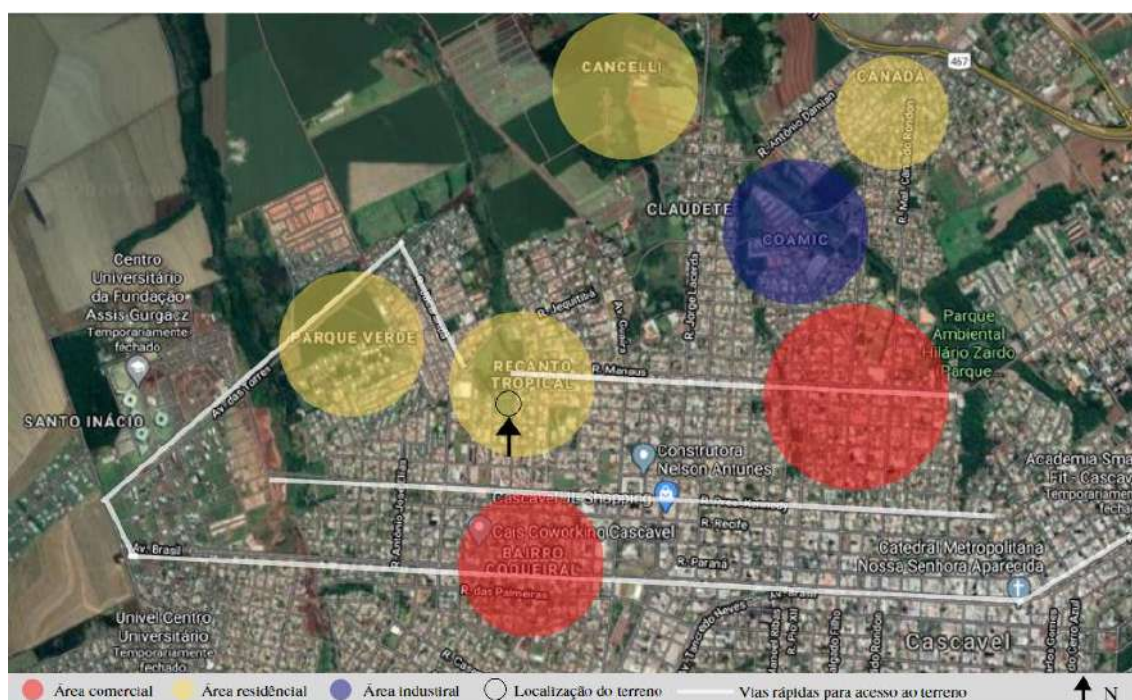
Fonte: Autora, (2020).

Como vias principais que contornam o terreno, pode-se observar pela figura 31, as vias que contornam o terreno, são: Rua Valdemar Bonn; Rua. Teresina; Rua. Fagundes Varela e Rua. Câmara Júnior, sendo a mesma citada anteriormente, à via de acesso para a localização do lote selecionado para edificação

4.2.1 ANÁLISE DO ENTORNO E SISTEMA VIÁRIO

O terreno está situado em um dos locais mais nobres da cidade, o bairro possui maioritariamente edificações residenciais. Localizado na porção noroeste de Cascavel, tendo como bairros vizinhos o Parque Verde, Cancelli, Coqueiral e Centro (figura 31). Prevaecem áreas residências e comerciais no entorno do terreno, beneficiando os moradores, sendo uma região de alta densidade, segura e também com diferentes comércios como, shopping, mercado, padarias e próximo de vias rápidas para o deslocamento para outras regiões da cidade.

Figura 32 – Análise do entorno e viária do terreno



Fonte: Google Maps, (2020). Modificada pela autora, (2020).

As principais vias que circundam o terreno são Av. Das Torres, Av. Brasil, R. Manaus, R. Presidente Kennedy, as quais, dão acesso para as vias locais, que possibilitam a chegada no terreno.

4.3 CONCEITO

A proposta projetual tem como principal objetivo a realização da comparação entre estruturas de sistema convencional e sistema Light Steel Framing. Então para esta comparação, a realização de um projeto residencial é extremamente necessário para comprovação da eficiência do sistema LSF.

Para alcance desta comparação, os conceitos utilizados para o projeto serão projetar uma residência unifamiliar com ambientes básicos e essenciais, tendo um fluxograma completo para atender da melhor forma os moradores que poderão utilizar da mesma, respeitando as normas legais de edificação e as legislações do código de obras de Cascavel.

4.4 PROGRAMA DE NECESSIDADES

O tópico presente neste capítulo como programa de necessidades foi desenvolvido para entender e atender todas as atividades presentes no projeto, este programa de necessidades foi dividido em quatro áreas: área comum, onde são locados ambientes utilizados por todos da residência; área privativa, onde todos os ambientes são destinados para fins pessoais de cada morador; área de lazer, onde é possível encontrar áreas com espaços vazios para entretenimento, geralmente esta área fica localizado os jardins.

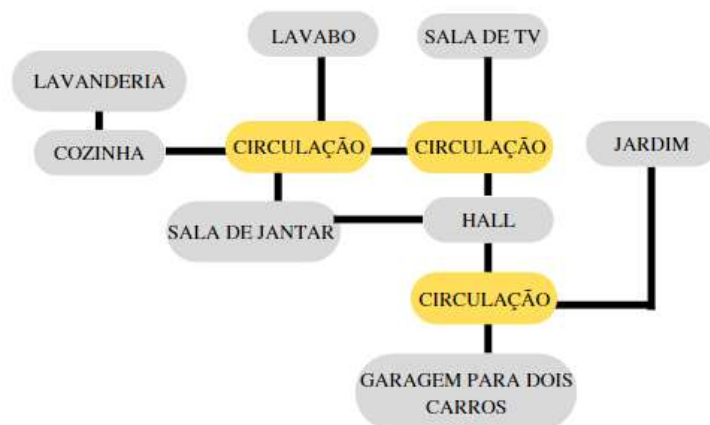
Tabela 1 – Programa de necessidades

	AMBIENTE	QUANTIDADE
ÁREA COMUM	HALL DE ENTRADA	1
	SALA DE JANTAR	1
	SALA DE TV	1
	COZINHA	1
	LAVABO	1
	LAVANDERIA	1
	GARAGEM P/ 2 CARROS	1
ÁREA PRIVATIVA	SUÍTE	1
	DEMI-SUITE	2
	BANHEIRO	1
ÁREA DE LAZER	JARDIM	

Fonte: Autora, (2020).

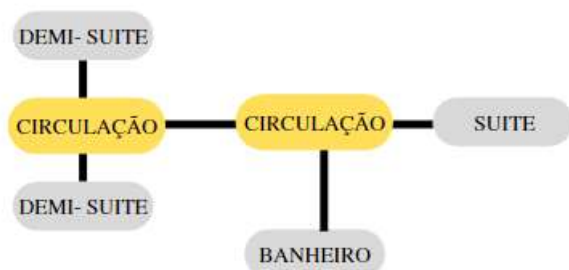
4.5 FUXOGRAMA

Figura 33 – Esquema fluxograma Pavimento Térreo.



Fonte: Autora, (2020).

Figura 34 – Esquema fluxograma Pavimento Superior.



Fonte: Autora, (2020).

O fluxograma desenvolvido pela autora foi elaborado para compreender os espaços de maneira lógica, tendo ligação direta pela divisão dos ambientes, proporcionando zoneamentos nas áreas da edificação com a finalidade de proporcionar ambientes confortáveis e eficientes.

4.6 INTENÇÕES FORMAIS

Como proposta formal, foi pensado em uma residência que tem como principal referência formal à arquitetura moderna e também à arquitetura americana, com a utilização de formas simples com espaços amplos e bem planejados com pontos que remetem a arquitetura americana, como é possível analisar pela cobertura e materiais que serão utilizados na fachada.

Figura 35 – Proposta Formal



Fonte: Autora (2020).

Pretende-se utilizar materiais como a madeira em todas as fachadas, com pintura de cor cinza, aberturas nas fachadas Norte, Sul e Leste, possibilitando a entrada de luz natural e também uma excelente circulação cruzada, tornando a residência confortável e aconchegante para os usuários.

4.7 INTENÇÕES COMPARATIVAS

Como apresentado pelo título do tópico, o mesmo tem a intenção de realizar comparações entre as estruturas propostas e apresentadas nos capítulos anteriores que são elas, alvenaria convencional e Steel Frame.

Este comparativo será realizado através do projeto arquitetônico que será desenvolvido utilizando os dois métodos estruturais. Após a realização projetual, será realizado o preenchimento das tabelas anexadas abaixo, tendo como “Tabela 2” a caracterização da obra conforme o sistema construtivo, que apresentará as etapas dentro da construção, descrevendo quais serão os materiais e os seus respectivos métodos.

Como pode-se observar como Tabela 3, serão apresentados os custos e a porcentagem (%) que cada etapa designa no canteiro de obras, levando em consideração os materiais e métodos citados na tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização da obra conforme sistemas construtivos

ETAPAS	LIGHT STEEL FRAMING	BLOCO CERÂMICO
FUNDAÇÃO		
PAVIMENTO PISO		
PLANOS VERTICAIS		
COBERTURA		
FORRO		
ESQUADRIAS		
REVESTIMENTOS		
PINTURA		

Fonte: Autora, (2020).

Tabela 3 – Custos diretos

ETAPA	LSF		ALVENARIA CONVENCIONAL	
	R\$	%	R\$	%
FUNDAÇÃO				
PAVIMENTO PISO				
PLANOS VERTICAIS				
COBERTURA				
FORRO				
ESQUADRIA				
REVESTIMENTO				
PINTURA				
TOTAL				

Fonte: Autora, (2020).

Após o desenvolvimento das respectivas tabelas acima, uma última comparação será realizada, apresentando as vantagens e desvantagens que cada um dos sistemas apresenta, para que se possa concluir a intenção inicial do trabalho proposto, que tem como maior objetivo, apresentar e provar após a realização completa das tabelas que o sistema Light Steel Framing apresenta vantagens para a construção civil, sendo superior à alvenaria convencional.

Tabela 4 – Vantagens e Denvantagens – LSF e alvenaria convencional

	ALVENARIA CONVENCIONAL		LIGHT STEEL FRAME	
	VANTAGENS	DESVANTAGENS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
QUALIDADE				
DESEMPENHO				
MANUTENÇÃO				
DURABILIDADE				
AMBIENTAIS				
PRAZO				
CUSTO				

Fonte: Autora, (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tem como principal objetivo expor fundamentos teóricos para o desenvolvimento de um estudo comparativo entre estruturas de Steel Frame e alvenaria convencional. Para isso, em seu presente capítulo 1, ocorre a introdução do tema, apresentando a seguinte problemática de pesquisa: é possível afirmar que o Sistema *Light Steel Framing* é mais vantajoso e econômico se comparado com o sistema convencional da construção civil? Em resposta ao problema, a hipótese formulada evidencia que o projeto de pesquisa visará às vantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* na construção de residências unifamiliares e espaços comerciais, analisando a eficiência da tecnologia dentro do mercado da construção civil, colocando também em foco todos os passos para a execução de uma obra, desde a fundação até o detalhamento de estruturas, para assim, concretizar as vantagens deste sistema.

Como metodologia, o trabalho de pesquisa utiliza bibliografias para contextualizar o tema proposto, utilizando diversos conceitos com diferentes autores para melhor compreensão do tema. Desta forma, o capítulo 2 relaciona conceitos sobre os 4 pilares da arquitetura, os quais são respectivamente: história e teoria; metodologias de projeto; urbanismo e planejamento urbano; e tecnologias da construção.

Para melhor compreensão do tema, no capítulo 3, foi realizada diferentes análises em 3 obras distintas, servindo de correlatos ao tema da proposta. As análises seguiram em aprofundar aspectos como: formal, funcional e estrutural, possibilitando um maior embasamento para o desenvolvimento da pesquisa. Por fim, o capítulo 4 aborda as intensões projetuais utilizadas para a proposta de comparação entre as estruturas, possibilitando um estudo inicial para comprovação de que, sistemas tecnológicos como o Steel Frame, podem ser vantajosos para o mercado da construção civil.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações — Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.** Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15758: Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem.** Rio de Janeiro, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho.** Rio de Janeiro, 2008.

BARBOSA, Gisele Silva. **O desafio do Desenvolvimento Sustentável.** Revista Visões, [S. l.], v. Volume 1, n. 4ª edição, p. 2, 15 jul. 2008

BARROS, Victor Vieira Belafonte. **Estruturas em Light Steel Framing: Projeto e dimensionamento em softwares 3D.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, [S. l.], 2017.

BATTISTELLA, F. B. **Light Steel Framing: O uso da estrutura de aço como tecnologia construtiva.** Monografia para obter título de bacharel em Engenharia Civil. Joinville - SC. 2011

BEVILAQUA, Rosane. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a fio segundo os sistemas aporticado e "Light Steel Framing".** 2005. (Dissertação de Mestrado - Engenharia Civil) - UFMG, [S. l.], 2005.

BRITO, Láis Costa. **Comportamento Histórico no Brasil da indústria da construção e suas atuais perspectivas.** Núcleo do Conhecimento, [S. l.], p. 20-25, 10 out. 2018.

CAMPOS, Patrícia Farrielo De. **Light Steel Framing.** 2014. Uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento (Dissertação de Mestrado - Arquitetura e Urbanismo) - USP, [S. l.], 2014.

CAMPOS, Maria helena. **A evolução da construção. Perspectiva e equadramento histórico.** [S. l.: s. n.], 2002. cap. 2, p. 1-27.

CAVALCANTE, Zedequias Vieira; DA SILVA, Mauro Luis Siqueira. EPCC. **A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia**, [S. l.], p. 1-6, 28 out. 2011.

CASCADEL. **História. Cascavel: 2019. Disponível** em: <https://cascavel.atende.net/#!/tipo/pagina/valor/2>
Acesso em: 18 mai. 2020.

CATVE, R. **Inaugurado em 1971 Centro Esportivo Ciro Nardi precisa de reformas**. Portal Catve. 2017. Disponível em: < <https://catve.com/noticia/3/174456/inaugurado-em-1971-centro-esportivo-ciro-nardi-precisa-de-reformas>>. Acesso em: 18 de maio de 2020.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. Monografia (Monografia pós graduação - Engenharia Civil) - Escola de Engenharia da UFMG, [S. l.], 2009.

COMO CONSTRUIR: Steel Frame - fundações. **Como construir**, [s. l.], p. 1-3, 9 out. 2008.

COMO CONSTRUIR: Steel Frame –Estrutura . **Como construir**, [s. l.], p. 84- 87 , 9 out. 2008.

CONSTRUTORA Metálica. *In: Steel Frame e Habitação Social*. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://metalica.com.br/steel-frame-e-habitacao-social-2/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

CASA Lite SP / Duda Porto Arquitetura. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/919238/casa-lite-sp-duda-porto-arquitetura>. Acesso em: 12 maio 2020.

CASA Shingle / Ramella Arquitetura" 11 Jan 2014. **ArchDaily Brasil**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/167884/casa-shingle-slash-ramella-arquitetura>> Acesso em: 07 de Maio 2020.

CASA Pirajá. [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/889372/casa-piraja-estudio-bra?ad_medium=top100. Acesso em: 11 maio 2020

DOMARASCKI, Conrado Sanches; FAGIANI, Lucas Sato. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade da Fundação Educacional de Barretos, [S. l.], 2009.

EICKHOFF, Maud. **A coordenação modular como instrumento para atingir a qualidade total em projetos de arquitetura**. Dissertação de mestrado na FAU-USP. Orientador Prof. Dr. Paulo J. V. Bruna, São Paulo, 1997

Fundação João Pinheiro – disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/indicadores-sociais/deficit-habitacional-no-brasil/128-servicos>> Acesso em: 01 abril. 2020

FLASAN: Sistema Light Steel Framing. In: **Flasan, Soluções para Construção a seco**: Sistema Light Steel Framing. Site: Flasan Construtora, 8 mar. 2007. Disponível em: <http://www.flasan.com.br/site/empresa/>. Acesso em: 4 mar. 2020.

FRAMPTON, Kenneth. **História crítica da arquitetura moderna**. São Paulo: [s. n.], 2008.

FARIAS, João Lopes. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo Light Steel Framing em uma residência unifamiliar de baixa renda**. 2013. Projeto de Graduação (Trabalho de Conclusão de curso) - UFRJ, [S. l.], 2013

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIORDANI, Ronaldo. **Quando o Steel Frame chegou no Brasil e sua história**. Disponível em: <http://steelframebrasil.com.br/quando-o-steel-frame-chegou-no-brasil-e-sua-historia/> Acesso em: 03 de março de 2020.

GOMES, Aida Soares. **Contribuição para a caracterização da mão-de-obra do sistema light Steel Framing: Um estudo de caso no município de Criciúma - SC**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - UNESC, [S. l.], 2009.

GREGÓRIO, André di et al. **Casa Pirajá**. [S. l.]. 2016. Disponível em: <https://www.estudiobra.com/CASA-PIRAJA>. Acesso em: 9 maio 2020.

ICEM CONSTRUTORA: informação e documentação: referência – elaboração. Cascavel, 2019.

IPARDES. Caderno estatístico município de Cascavel. [S.l.]: 2018. Disponível em: <https://cascavel.atende.net/atende.php?rot=1&aca=119&ajax=t&processo=viewFile&ajaxPrevent=1558029222530&file=EB1CF2907C99CBF63A9AD19C03F5AB791061A60F&sistema=WPO&classe=UploadMidia> Acesso em: 17 mai. 2020

IMBRALIT. In: **Placa Cimentícia**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.imbralit.com.br/media/downloads/catalogo-tecnico-placa-cimenticia-doc-11.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro de Souza. **Light Steel Framing: uma proposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**, [S. l.], p. 5, 14 jul. 2016.

KOWALTOWSKI, D. C. C *et al.* **Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 07-19, abr./jun. 2006. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3683/2049>. Acesso em: 26 mar. 2020.

LIMPO, **sustentável e autossuficiente: Conheça o sistema construtivo Lite.** [S. l.], 15 ago. 2018. Disponível em: <https://arqxp.com/limpo-sustentavel-e-autossuficiente-conheca-o-sistema-construtivo-lite-de-duda-porto/>. Acesso em: 14 maio 2020.

MARCONI, Marina de Andradi Marconi; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia científica.** 5. ed. São paulo: Atlas, 2003. 311 p

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Déficit habitacional no Brasil 2007.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, 2009.

MASO, Julio Berton. **Análise comparativa entre o sistema construtivo Light Steel Framing e Alvenaria estrutural.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - UNISUL, [S. l.], 2017. **METÁLICA. Sistemas Construtivos tipo Light Steel Framing para unidades habitacionais.** Disponível em: <http://www.metalica.com.br/sistemas-construtivos-tipolight-steel-frame-para-unidades-habitacionais>. Revista digital semanal de Construção em aço. Acesso em 10 de abril de 2020.

NOLASCO, Gláucia. Mais engenharia: Habitações na pré-história. In: **Mais engenharia: Sistema Light Steel Framing.** Site, 22 ago. 2014. Disponível em: <https://maisengenharia.wordpress.com/2014/08/22/habitacoes-na-pre-historia/>. Acesso em: 17 mar. 2020.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em Light Steel Framing e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no Nordeste Do Brasil aplicados na construção de casas populares.** 2012. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba Centro De Tecnologia Departamento de engenharia civil e ambiental, [S. l.], 2012.

PADILHA, Pamela Rosiane Pereira. Angullar - Arquitetura e Construção. In: **Steel Frame: Instalações hidráulicas e elétricas.** [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.angullar.com.br/instalacoeseletricasehidraulicas>. Acesso em: 14 abr. 2020

PESTANA, Eloi Heleno Assunção *et al.* **A Alvenaria Estrutural e seu desenvolvimento histórico.** IFMA, [S. l.], p. 1-16, 17 jun. 2014.

RICHETTI, J. **Localização do município de Cascavel – PR.** [S.l.]: 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Localizacao-do-municipio-de-CascavelPR_fig1_318116450 Acesso em: 18 mai. 2020.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel Framing: Arquitetura**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. 152 p. 29cm. (Manual de Construção em Aço).

SANTIAGO, K. Alexandre – **O uso do Sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**.– Outro Preto, 2008. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Outro Preto, 2008.

SOUZA, Eduardo Luciano De. **Construção civil e tecnologia: Estudo do sistema construtivo Light Steel Framing**. 2014. Monografia (Monografia pós graduação - Engenharia Civil) - Escola de Engenharia da UFMG, [S. l.], 2014.

SOUSA, Ana Meires Jorge De; MARTINS, Natália T. B. Soares. **Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas - TO**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, [S. l.], 2009.

TERNI, Antonio Wanderley *et al.* Steel Frame - Fundações. **Como construir**, [S. l.], p. pg. 1, 19 jun. 2008.

TECNO Frame. *In: Painel OSB - Componentes do Light Steel Frame*. [S. l.], 7 jun. 2019. Disponível em: <https://tecnoframe.com.br/painel-osb-componentes-do-light-steel-frame/>. Acesso em: 13 abr. 2020.