



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO (ILATIT)**

ARQUITETURA E URBANISMO

A CASA ADAPTÁVEL

**O USO DA CONSTRUÇÃO EM LIGHT STEEL FRAMING COMO FERRAMENTA
PARA A EDIFICAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE CASAS**

IRIS TIEMY GROFF TAKASHIMA

Foz do Iguaçu - PR

2018

A CASA ADAPTÁVEL

O USO DA CONSTRUÇÃO EM LIGHT STEEL FRAMING COMO FERRAMENTA
PARA A EDIFICAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE CASAS

IRIS TIEMY GROFF TAKASHIMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Me. Lúcio Flávio Gross Freitas

Foz do Iguaçu - PR

2018

IRIS TIEMY GROFF TAKASHIMA

A CASA ADAPTÁVEL

O USO DA CONSTRUÇÃO EM LIGHT STEEL FRAMING COMO FERRAMENTA
PARA A EDIFICAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE CASAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Latino-Americano de
Tecnologia, Infraestrutura e Território da
Universidade Federal da Integração Latino-
Americana, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Arquitetura e
Urbanismo.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Me. Lúcio Flávio Gross Freitas
UNILA

Prof. Me. Marcos Vinicius Bohmer Britto
UNILA

Prof. Me. César Winter de Mello
UNILA

Foz do Iguaçu, 07 de dezembro de 2018

*Aos meus pais,
a minha irmã.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram presentes na minha vida, em especial aos meus pais, Carlos e Édna que apesar da distância, sempre estiveram presentes para que concluísse a formação, sendo demonstradas em forma de carinho e força. A minha irmã Caroline, que sempre esteve ao meu lado, acompanhando cada momento e me apoiando. A minha vó Alzira, com sua paciência e dedicação. Admiro e amo-vos!

Ao meu orientador, Lúcio Flávio Gross Freitas, que não hesitou em aceitar o meu convite, agradeço pelo empenho, comprometimento e dedicação para que este trabalho fosse realizado. E aos demais professores que ao longo dessa graduação, transmitiram seus conhecimentos e ensinamentos.

Aos meus amigos Andrea Vera, Andréa Rodrigues, Mateus Buosi, Nicolay Durães e Pedro Martins, levo os a amizade, o companheirismo e, os momentos em que passamos juntos ao longo da graduação.

E a todos que estiveram presentes de alguma forma, seja nos gestos mais singelos, obrigada!

“As dificuldades são o aço estrutural que entra na construção do caráter”

Carlos Drummond de Andrade

TAKASHIMA, Iris Tiemy Groff. **A casa adaptável.** O uso da construção em Light Steel Framing como ferramenta para a edificação e ampliação de casas. 2018. 122p. Trabalho de Conclusão de Curso (Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2018.

RESUMO

A falta de moradia adequada é um problema que ocorre em diversos lugares do mundo. No Brasil, os dados do déficit habitacional são alarmantes, pois estima-se que mais de 6,2 milhões de pessoas não possuem moradias em condições dignas. Um fato que agrava esses números é que atualmente as habitações são executadas sem planejamento, ocasionando situações de risco e não possuindo qualidade no habitar. Diante disso, o objetivo é desenvolver projetos de habitação a partir da tecnologia construtiva da "construção seca", por meio do método construtivo em *Light Steel Framing*. Esse sistema possui flexibilidade e agilidade, características essenciais que possibilitam sua aplicação em habitações de interesse social. Em função disso, este estudo apresenta propostas arquitetônicas que atendem às necessidades de cada pessoa e/ou família. Ou seja, é um processo vivo com características que podem ser facilmente ampliadas e, com isso, adaptáveis ao habitante.

Palavras-chave: *Light Steel Framing*, Construção seca, Habitação, Habitação de interesse social.

TAKASHIMA, Iris Tiemy Groff. **The adaptable house.** The use of Light Steel Framing construction as a tool for building and expanding houses. 2018. 122p. Bachelor's thesis (Architecture and Urbanism) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2018.

ABSTRACT

The lack of adequate housing is a problem that occurs in various parts of the world. In Brazil, the data on housing deficit is alarming, as it is estimated that more than 6.2 million people do not have decent housing. One aggravating factor is that currently, housing is executed without planning, leading to risky situations and lacking in quality of living. Therefore, the objective is to develop housing projects using the "dry construction" technology, through the Light Steel Framing construction method, as this system offers flexibility and agility, essential characteristics that enable its application in social housing. Accordingly, this study presents architectural proposals that meet the needs of each individual and/or family, constituting a dynamic process with easily expandable features, thus adapting to the inhabitants.

Keywords: Light Steel Framing, Dry construction, Housing, Social housing.

TAKASHIMA, Iris Tiemy Groff. **La casa adaptable.** El uso de la construcción en Light Steel Framing como herramienta para la edificación y ampliación de viviendas. 2018. 122p. Trabajo de Conclusión de Curso (Arquitectura y Urbanismo) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2018.

RESUMÉN

La falta de vivienda adecuada es un problema que ocurre en diversos lugares del mundo; en Brasil, los datos del déficit habitacional son alarmantes, ya que se estima que más de 6,2 millones de personas no tienen viviendas en condiciones dignas. Un hecho que agrava estos números es que actualmente las viviendas se construyen sin planificación, lo que ocasiona situaciones de riesgo y carece de calidad habitacional. Ante esto, el objetivo es desarrollar proyectos de vivienda a partir de la tecnología constructiva de la "construcción seca", mediante el método constructivo en *Light Steel Framing*, ya que este sistema posee flexibilidad y agilidad, características esenciales que permiten su aplicación en viviendas de interés social. En función de ello, este estudio presenta propuestas arquitectónicas que satisfacen las necesidades de cada persona y/o familia, es decir, un proceso vivo con características que pueden ampliarse fácilmente y, por lo tanto, adaptarse al habitante.

Palabras clave: *Light Steel Framing*, Construcción seca, Vivienda, Vivienda de interés social.

Lista de figuras

Figura nº 1. Estrutura em <i>Wood Frame</i>	20
Figura nº 2. Estrutura em Light Steel Framing.....	21
Figura nº 3. <i>Light Steel Framing</i> (LSF).....	34
Figura nº 4. Sistema de uma residência em LSF.	35
Figura nº 5. Montagem pelo método Stick.....	37
Figura nº 6. Montagem pelo método por painéis.....	38
Figura nº 7. Linha de produção da construção por módulos.	38
Figura nº 8. Esquema de construção em Ballon Framing.	39
Figura nº 9. Esquema de construção em Platform Framing.	40
Figura nº 10. Corte esquemático da fundação em radier.	41
Figura nº 11. Fundação sapata corrida.	42
Figura nº 12. Do lado direito, efeito de translação e ao lado esquerdo, efeito de tombamento.	43
Figura nº 13. Exemplo de ancoragem provisória.....	44
Figura nº 14. Exemplo de ancoragem química com a barra roscada.....	44
Figura nº 15. Exemplo de ancoragem com fita metálica.	45
Figura nº 16. Exemplo de ancoragem com barra roscada tipo “J”.	46
Figura nº 17. Exemplo de transição de carga vertical até a fundação.....	48
Figura nº 18. Exemplo da distribuição das forças exercida sobre a verga.....	49
Figura nº 19. Detalhamento e exemplos de vergas.....	50
Figura nº 20. Exemplo do número de ombreiras, a esquerda quando o resultado é ímpar e a direita quando é par.	50
Figura nº 21. Passo a passo para a execução dos perfis “U”, para a utilização nos acabamentos das aberturas.....	51
Figura nº 22. Exemplo do painel com abertura e com seus respectivos elementos.	51
Figura nº 23. Exemplo dos contraventamentos.....	52
Figura nº 24. Exemplo da fixação dos contraventamentos no pavimento térreo.	52
Figura nº 25. Exemplo da fixação dos contraventamentos no pavimento superior.	53
Figura nº 26. Exemplo dos ângulos utilizados nos perfis de contraventamento..	53

Figura nº 27. Exemplo do sistema de travamento horizontal.	54
Figura nº 28. Exemplo do painel não estrutural.....	55
Figura nº 29. Camadas das placas OSB.....	57
Figura nº 30. Maneiras de aplicações das placas OSB.....	58
Figura nº 31. Placa OSB.	58
Figura nº 32. Placa cimentícia.....	59
Figura nº 33. Materiais utilizados quando aplicado a placa cimentícia sobre o OSB.	60
Figura nº 34. Tipos de placas de gesso acartonado, sendo a vermelha (RF); Bege (ST); Verde (RU).	62
Figura nº 35. Instalação espumas acústicas nas paredes.....	63
Figura nº 36. Exemplo em vista, corte da abertura para a passagem de conduítes nos perfis.....	64
Figura nº 37. Passagem de conduítes nos perfis.	64
Figura nº 38. Exemplo do reforço para perfurações executada na obra.	65
Figura nº 39. Exemplo da tubulação na etapa de fundação.	65
Figura nº 40. Exemplo esquemático da laje em LSF.....	66
Figura nº 41. Vista superior da laje em LSF.....	67
Figura nº 42. Exemplo esquemático da laje seca com o uso de placas OSB.	68
Figura nº 43. Exemplo das camadas na laje seca em áreas úmidas.	68
Figura nº 44. Exemplo esquemático da laje úmida com o uso de chapas onduladas e concreto.....	69
Figura nº 45. Exemplo de telhado em <i>Light Steel Framing</i> , com caibros e vigas	70
Figura nº 46. Exemplo de telhado em telha shingle.	71
Figura nº 47. Exemplo de cobertura plana.	71
Figura nº 48. Vista da Casa Refúgio São Chico.....	72
Figura nº 49. Perspectiva da edificação.	73
Figura nº 50. Volumetria na fachada sul.....	74
Figura nº 51. Volumes existentes.....	75
Figura nº 52. Deck que unem as duas formas.	75
Figura nº 53. Análise da função na planta, sendo em amarelo a área social, em azul a área úmida, em verde área de circulação e em vermelho área privada. ...	76

Figura nº 54. Análise dos setores de ambientes húmidos e de maior permanência.	77
Figura nº 55. Orientação solar.....	77
Figura nº 56. Base em bloco de concreto à esquerda, laje em concreto armado à direita.	78
Figura nº 57. Aplicação da estrutura em LSF com placas OSB pelo método de painéis.....	79
Figura nº 58. Colocação dos acabamentos na área externa da casa.	79
Figura nº 59. Acabamentos na área social.....	80
Figura nº 60. Detalhamento dos materiais utilizados.....	80
Figura nº 61. Perspectiva dos modelos da Casa Chassi.....	81
Figura nº 62. Os 16 tipos de módulos desenvolvidos.....	82
Figura nº 63. Exemplo da casa intitulada por seus idealizadores como a Casa 10x10.	83
Figura nº 64. Exemplo de soluções arquitetônicas com base nos módulos.	84
Figura nº 65. Módulos da Casa Chassi sendo colocados no canteiro de obras..	84
Figura nº 66. Perspectiva explodida do método construtivo da Casa Chassi, exemplo a Casa 10x10.....	85
Figura nº 67. Vista do exterior da Casa 10x10.....	86
Figura nº 68. Vista do interior da Casa Chassi, modelo Casa 10x10.	86
Figura nº 69. Villa Verde logo após ser entregue aos moradores.	87
Figura nº 70. Villa Verde sendo ampliada pelos moradores.....	88
Figura nº 71. Volumetria na fachada principal e a oposta.	89
Figura nº 72. Análise da função no pavimento térreo sem modificação após a entrega da casa, sendo em azul a área úmida, em verde área de circulação, em laranja área exterior e em cinza a área para ampliação.....	90
Figura nº 73. Análise da função na planta térrea com a ampliação realizada, sendo em amarelo a área social, em azul a área úmida, em verde área de circulação e em laranja área exterior.	91
Figura nº 74. Análise da função no pavimento superior, sendo em verde a área de circulação, em vermelho a área privada e em cinza a área destinada para ampliação.....	91

Figura nº 75. Análise da função no pavimento superior com a ampliação realizada, sendo em verde a área de circulação, e em vermelho a área privada.....	92
Figura nº 76. Execução da estrutura em Wood Frame nas casas de Villa Verde.	93
Figura nº 77. Vista do interior da casa.....	93
Figura nº 78. Detalhamento dos materiais no lado esquerdo da casa (área existente).....	94
Figura nº 79. Detalhamento dos materiais no lado direito da casa (área para ampliação).....	94
Figura nº 80. Exemplo da casa Villa Verde ampliada/ modificada.	95
Figura nº 81. Módulos dos ambientes desenvolvidos.....	102
Figura nº 82. Método projetual da habitação.....	104
Figura nº 83. Etapas da metodologia projetual.....	104
Figura nº 84. Plano de necessidades.....	106
Figura nº 85. Esquema da etapa 1.....	106
Figura nº 86. Esquema da etapa 2.....	107
Figura nº 87. Esquema da etapa 3.....	107
Figura nº 88. Esquema da etapa 4.....	107

Lista de quadros

Quadro nº 1. Dados da população brasileira dos anos de 1940 a 2010.....	26
Quadro nº 2. Déficit habitacional dos anos 2007 a 2011.....	27
Quadro nº 3. Exemplo dos tipos de perfis seus usos de acordo com a NBR e 6355:2008.	47
Quadro nº 4. Dimensões e aplicações das placas OSB.....	57
Quadro nº 5. Dimensões e aplicações das placas cimentícias.	59
Quadro nº 6. Tipos e aplicações das placas de gesso acartonado.	61
Quadro nº 7. Cronograma de atividades TCC II.....	100

Lista de gráfico

Gráfico nº 1. Distribuição do déficit habitacional por situação de domicílio segundo regiões geográficas - Brasil - 2013-2014.....	28
---	----

Lista de abreviaturas e siglas

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
APO	Avaliação pós-ocupação
CBCA	Centro brasileiro da construção em aço
CEI	Centro de Estatística e Informações
CES	Construção energitêmica sustentável
FJP	Fundação João Pinheiro
HIS	Habitação de interesse social
IAB	Instituto Aço Brasil
IBS	Instituto Brasileiro de Siderurgia
LSF	<i>Light Steel Framing</i>
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das nações unidas
OSB	Oriented Strand Board
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
SCI	<i>The Steel Construction Institute</i>
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos

Sumário

1	Introdução	18
1.1	Delimitação de estudo e pesquisa	18
1.1.1	Eixo.....	18
1.1.2	Tema	18
1.1.2	Problema	18
1.2	Apresentação e justificativa	18
2	Objetivos	23
2.1	Objetivo Geral	23
2.2	Objetivos Específicos.....	23
3	Fundamentação teórica.....	24
3.1	Teorias Fundamentais	24
3.1.1	Habitar, habitação, habitante.....	24
3.1.2	Déficit habitacional - breve contexto	26
3.1.3	Tecnologias utilizadas nas construções de habitação de interesse social	29
3.1.4	Arquitetos e os materiais industrializados.....	30
3.1.5	Sistemas construtivos industrializados	31
3.1.6	Construção seca: da madeira à origem do <i>Light Steel Framing</i>	33
3.2	Sobre o Light Steel Framing.....	34
3.2.1	Etapas de construção	36
3.2.1.1	Métodos de construtivos	36
3.2.1.2	Fundação	40
3.2.1.2.1	Radier	41
3.2.1.2.2	Sapata corrida.....	42
3.2.1.3	Fixação dos Painéis nas Fundações.....	43
3.2.1.4	Ancoragem provisória	43
3.2.1.5	Ancoragem com Barra Roscada tipo “J”	45
3.2.2	Estrutura	46
3.2.2.1	Perfis Metálicos	46
3.2.2.2	Painéis	47
3.2.2.3	Estabilização da estrutura	52

3.2.2.4	Fechamentos e Acabamentos.....	56
3.2.2.5	Placas OSB.....	56
3.2.2.6	Placas Cimentícias.....	59
3.2.2.7	Gesso Acartonado.....	61
3.2.2.8	Esquadrias	62
3.2.2.9	Isolamento Termoacústico	62
3.2.2.10	Instalações Elétricas e Hidráulicas.....	64
3.2.2.11	Lajes.....	66
3.2.2.12	Cobertura	69
3.3	Análise de referências	72
3.3.1	Refúgio São Chico.....	72
3.3.1.1	Descrição da edificação.....	72
3.3.1.2	Ficha técnica	73
3.3.1.3	Análise da forma	74
3.3.1.4	Análise da função.....	76
3.3.1.5	Análise da tecnologia	78
3.3.2	Casa Chassi	81
3.3.2.1	Descrição da edificação.....	81
3.3.2.2	Ficha técnica	81
3.3.2.3	Análise da forma	82
3.3.2.4	Análise da função.....	83
3.3.2.5	Análise da tecnologia	84
3.3.3	Habitação Villa Verde	87
3.3.3.1	Descrição da edificação.....	87
3.3.3.2	Ficha técnica	88
3.3.3.3	Análise da forma	89
3.3.3.4	Análise da função.....	90
3.3.3.5	Análise da tecnologia	92
3.4	Síntese Teórico-Conceitual.....	95
4	Metodologia.....	97
4.1	Levantamentos bibliográficos.....	97
4.2	Pesquisas de campo.....	97
4.2.1	Entrevistas.....	98

4.2.2 Visita técnica	98
4.3 Proposta projetual.....	98
5 Cronograma de Atividades / 2018.2 (TCCII)	100
6 Interpretação da realidade.....	101
6.1 Diretrizes projetuais	102
6.2 Programa de necessidades	105
7 Considerações Finais	108
8 Referências.....	110
9 Apêndice	121

1 Introdução

1.1 Delimitação de estudo e pesquisa

1.1.1 Eixo

Instrumentação Técnica

1.1.2 Tema

A construção seca¹: técnicas e tecnologias industrializadas para a construção de habitação de interesse social.

1.1.2 Problema

Como se comportam as técnicas e os materiais construtivos no âmbito da “construção seca” para sua aplicação na habitação de interesse social?

1.2 Apresentação e justificativa

A casa é a representação física em bem-estar ao ser humano, mas para isso, é necessário que em sua concepção sejam empregados métodos construtivos de acordo com as necessidades de cada pessoa e/ou família. Por esta razão, a moradia é um direito que consta na Lei Internacional de Direitos Humanos, que reconhece o direito de todos a ter uma vida com as necessidades mínimas, incluindo a de possuir uma habitação. Porém, apesar de ser um direito universal, existem mais de um bilhão de pessoas que vivem em condições “condignas” (ONU, 2009, p.1, tradução da autora).

Na maioria dos países da América Latina, grande parte da população que morava nas áreas rurais mudou-se para as cidades, evento conhecido como êxodo rural. Este fato imprimiu aos centros urbanos, uma expansão sem o devido planejamento. Com isso, a população passou a morar em habitações improvisadas

¹ Termo conhecido de forma empírica é uma derivação do sistema de Construção energitêmica sustentável (CES), que compreendem os sistemas construtivos *Wood Frame* e *Light Steel Framing*. (LP BUILDING PRODUCTS, 2013).

e, conseqüentemente, vivendo em situações de risco de vida ou proporcionando danos à saúde.

No Brasil, a metodologia construtiva empregada em grande parte das moradias segue sendo a alvenaria: tijolos, blocos de concretos e cerâmicos, entre outros. Este sistema foi trazido pelos portugueses e tornou-se a técnica construtiva mais difundida, sendo utilizada na maioria das obras civis, e reconhecida hoje como a técnica construtiva tradicional². Apesar de estar presente por muitos anos, as técnicas não foram aprimoradas, tornando o sistema arcaico e dispendioso.

Este método de construção, por consequência, foi utilizado na maioria dos projetos das casas de habitação de interesse social,³ apresentando os problemas técnicos já conhecidos como o de conforto térmico, acústico, lumínico e estrutural. Além disso, essas casas são projetadas com dimensões que não condizem com as necessidades, fazendo com que ocorram ampliações improvisadas, ou como popularmente chamados “puxadinhos”.

Quando se trata de casas de interesse social, são executadas como conjuntos habitacionais, projetados com um padrão de tipologia, desconsiderando o perfil família, interferindo no seu modo de morar, e conseqüentemente, pouco atendendo a rotina e suas necessidades. Ademais, por não possuir um planejamento amplo, com a utilização de materiais de “baixa qualidade”, o que as vezes acaba por demandar a edificação ainda mais precária, pois os materiais utilizados dependendo da situação que se encontram na edificação, requerem a retirada total, ou são improvisados, com isso, tornando o local inapropriado ou não sendo possível realizar alterações, demandando soluções que implicam maiores custos e prazos na execução.

Em contrapartida, às deficiências enfrentadas pela construção empregada nas habitações de interesse social, surge o conceito de “construção seca”, sendo uma derivação de Construção Energitérmica Sustentável⁴ (CES), que compreendem os sistemas construtivos *Wood Frame* e *Light Steel Framing*.

² Cf. a respeito: CARDOSO, Francisco Ferreira. **Alvenaria vai predominar no Minha Casa, Minha Vida**. 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/alvenaria-vai-predominar-no-minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em: abr. 2018.

³ *Idem, Ibidem*.

⁴ Termo definido pelo seu desempenho térmico da edificação e pela economia de energia, tanto durante o processo construtivo, como após a ocupação do imóvel. (LP BUILDING PRODUCTS, 2013).

Para entender o contexto histórico, o *Wood Frame* surgiu antes do *Light Steel Framing*, no início do século XIX, quando os Estados Unidos eram colonizados por ingleses. Grande parte das primeiras construções eram de equipamentos públicos e realizadas coletivamente, sendo mais tarde implantada em casas (GARCIA *et al*, s.d). O *Light Steel Framing* foi a partir de meados do século XX, quando ocorreu a introdução do aço na construção civil. Ambos os sistemas possuem o intuito de construir o mais rápido e serem resistentes às condições climáticas. Por esses motivos, essa tecnologia foi difundida nos países da América do Norte, Ásia, Europa, na qual cada local, adaptou o sistema, dando características diferentes. Conforme Kwai (2013), nos países como Estados Unidos e Canadá atualmente, mais de 90% das construções civis residenciais, são construídas em CES.

Figura nº 1. Estrutura em *Wood Frame*.



Fonte: ATOS ARQUITETURA. s.d.

Com o avanço desta técnica construtiva, permitiu novas possibilidades, pois as características dos materiais utilizados atualmente possuem melhor eficiência energética do sistema, isto é, desempenho no conforto térmico e acústico, além da redução do desperdício de materiais, ou seja,

diminuindo a geração de resíduos (menos de 1%). Outro ponto é a redução do consumo de água e baixa emissão de CO².⁵

Por estas razões, a maioria das edificações são feitas com a estrutura em *Wood Frame* ou *Light Steel Framing*, enquanto para a fundação é utilizado o radier ou, dependendo do número de pavimentos, é empregado a sapata corrida. Para o fechamento, são aplicadas as placas de *drywall* ou OSB (Oriented Strand Board) que são painéis de tiras de madeira orientadas.⁶

Figura nº 2. Estrutura em *Light Steel Framing*.



Fonte: DALDEGAN, 2016.

No Brasil, esses métodos construtivos iniciaram no século XX, sendo a primeira casa construída no sistema *Wood Frame* na cidade de Viamão, no estado do Rio Grande do Sul.⁷ Ao longo desses anos, houve a inserção de empresas que

⁵ Cf. a respeito: LP BUILDING PRODUCTS. **Construção energitêmica sustentável da lp na 2º construction expo**. 2013. Disponível em: <<https://www.lpbrasil.com.br/construcao-energitermica-sustentavel-da-lp-na-2o-construction-expo/>>. Acesso em: abr. 2018.

⁶ Cf. a respeito: SACCO, Marcelo de Freitas; STAMATO, Guilherme Corrêa. **Light wood frame - construções com estrutura leve de madeira**. Revista TÉCNICA: Como construir, 2010. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/imprime117396.asp>>. Acesso em: abr. 2018.

⁷ Cf. a respeito: MOLINA, Julio Cesar; CALIL JUNIOR, Carlito. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/viewFile/4017/6906>>. Acesso em: abr. 2018.

realizam obras de “construção seca”, no entanto, sua execução ainda é pouco discutida e aplicada. Isto se deve ao receio de se utilizar uma tecnologia pouco conhecida e principalmente, por possui um custo maior que os outros métodos, uma vez que a maioria das empresas estão situadas nos grandes centros, de tal modo, dificultando a disseminação em outras regiões.

Por esta razão, a “construção seca” possui um indicador de uso para sanar as lacunas das habitações e, principalmente, das habitações de interesse social. Por se tratar de um método construtivo encontrado em diversos países há muito tempo e conseqüentemente possuindo vários estudos, este trabalho tem uma das finalidades, levantar as hipóteses sobre esta técnica construtiva possui e, apresentando suas soluções projetuais.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Estudar a aplicação das técnicas e tecnologias do *Light Steel Framing* para habitação de interesse social.

2.2 Objetivos Específicos

Estudar as propriedades *Light Steel Framing* e quanto aos materiais e sistemas construtivos;

Identificar as vantagens e/ou desvantagens, por meio de técnicas arquitetônicas e econômicas;

Analisar a aplicabilidade da mesma, na construção de habitação de interesse social;

Elaborar propostas para as habitações de interesse social, com técnicas e tecnologias em *Light Steel Framing*;

Elaborar um guia para a compreensão do sistema construtivo em *Light Steel Framing*.

3 Fundamentação teórica

3.1 Teorias Fundamentais

3.1.1 Habitar, habitação, habitante

O ato de morar apresenta diversas ações que interferem diretamente e indiretamente nas relações do cotidiano. Segundo Abiko (1995), a habitação está relacionada ao sentido de abrigo, pois desde o princípio para o homem, houve a necessidade de se abrigar em espaços naturais como nas cavernas e nas árvores, com o intuito de se proteger dos meios externos como os fatores naturais e dos animais; além disso, o local exercia a função de socialização.

O termo “habitar”, foi abordado ao longo dos anos por diversos filósofos, a começar por Aristóteles com a palavra *hexis*⁸, termo que descreve “características do corpo e da alma adquiridas em um processo de aprendizagem” (SETTON, 2002, p. 61).

No final do século XX, de acordo com Bourdieu (1983, p. 65), o habitar, ou segundo ele, *habitus* designa:

[...] um sistema de disposições duráveis e transponíveis que, integrando todas as experiências passadas, funciona a cada momento como uma matriz de percepções, de apreciações e de ações – e torna possível a realização de tarefas infinitamente diferenciadas, graças às transferências analógicas de esquemas [...].

Para Lima (s.d, p. 4), a habitação é o resultado de um dos elementos fundamentais para a concretização do espaço construído, pois “possibilita aos indivíduos e aos grupos sociais desenvolverem suas capacidades, realizarem escolhas e se inserirem de forma ativa na sociedade”.

Além disso, segundo Sobral (2014, p. 23) habitar é um fato que ocorre naturalmente na vida do ser humano. Um dos primeiros desenhos que a criança

⁸ Estado, característica, hábito. Cf. a respeito: SÍNTESE. **Revista de filosofia**. Editora Loyola, edições 102-104. 2005. Disponível em: <<https://www.escritas.org/pt/estante/charles-peguy>>. Acesso em: abr. 2018.

realiza é a casa, pois ela está diretamente “relacionada com a cultura, com a vida familiar e com aspectos identitários”.

Portanto, o habitar requer uma habitação, isto é, uma arquitetura diretamente ligada ao espaço do morar, das relações e dos diversos fatores que envolvem o cotidiano, logo as ações. Assim para, Frank Lloyd Wright:

Declaro que chegou a hora para arquitetura reconhecer a sua natureza, compreender que deriva da vida e tem como objetivo a vida como hoje a vivemos, de ser, portanto uma coisa inteiramente humana. Se vivemos com personalidade beleza, a arquitetura torna-se necessária interpretação da nossa vida... Sim, a interpretação da vida: está é a verdadeira tarefa de arquitetura, pois os edifícios são feitos para se viver neles, para se viver neles com felicidade, são construídos para acrescentar o prazer de viver (Wright *apud* Zevi, 1978, p. 426).

Dessa maneira, no decorrer dos anos, as técnicas e os materiais foram se modificando e transformando, com isso as tipologias foram se alterando. De acordo com Abiko (1995, p. 3) “[...] Este abrigo se tornou cada vez mais elaborado e, no entanto, continuava primordialmente com a sua função básica, isto é, constituía-se em um espaço que protege o homem dos intrusos e das intempéries”.

Ademais, este abrigo não se compreende como algo composto por apenas quatro paredes, incluindo uma ligação de estar num ambiente, que possui a interação com o local. Para Norberg-Schulz:

[...] o espaço existencial não pode ser compreendido somente por causa das necessidades do Homem, mas antes unicamente como resultado da sua interação influência recíproca com um ambiente que o rodeia, que tem de compreender e aceitar (NORBERG-SCHULZ, 1975, p. 33).

Desse modo, “a casa é uma tipologia paradigmática no que respeita à evolução arquitetônica” (SOBRAL, 2014, p. 50). À vista disso, ela é essencial para compreender o que é necessário nas constantes mudança ocorridas ao longo do tempo, pois o habitante está relacionado diretamente à habitação e, portanto, o habitar passa a ser um ponto para que os arquitetos possam desenvolver métodos e soluções que tragam consigo, a contemplação da situação e as necessidades envolvidas no meio.

De alguma maneira é preciso morar. No campo, na pequena cidade, na metrópole, morar como vestir, alimentar, é uma das necessidades básicas do indivíduo. Historicamente mudam as características da

habitação, no entanto é sempre preciso morar (RODRIGUES, 1990, p. 11).

Em suma, o habitante está diretamente ligado a habitação, e o habitar, com isso, formando um ciclo que não se perde a essência, sendo a casa, o objeto tangível e, por isso, sendo uma razão para a existência.

Se habitar é, de acordo com Heidegger, o princípio básico da existência, então, a casa torna-se o lugar central da existência humana, o lugar onde a criança aprende a compreender o seu ser no mundo, o lugar donde o homem parte e ao qual volta (MUGA, 2006, p. 95).

3.1.2 Déficit habitacional - breve contexto

A habitação quando associada à construção em condições mínimas, apresenta pontos positivos para o habitante. De acordo com Morais (2002, p. 2), “A habitação é um bem meritório, que apresenta elevadas externalidades positivas em termos de bem-estar social”.

Por se tratar de um fato de extrema importância para a população, diversas políticas habitacionais foram criadas no Brasil, com o intuito de solucionar a falta de habitações, por isso, foram criados inúmeros programas. A começar quando houve um maior volume de migrações de pessoas que antes habitavam o ambiente rural, e foram para as cidades. Este fato ocorreu por conta da busca de empregos, visto que o principal fator foi a industrialização, com isso as cidades viraram grandes centros urbanos sem o devido planejamento. Neste viés, Botega descreve:

a partir do ano 1930, modificou profundamente a estrutura das cidades brasileiras ao dar início a uma grande industrialização baseada no modelo de substituição de importações, principalmente porque como já vimos, a industrialização vem acompanhada da urbanização (BOTEGA, 2011, p. 4).

Segundo Santos (1986, p. 47), no Brasil “Essa população passa dos 20% em 1920 para 60% em 1980, devendo atingir os 80% no ano de 2000”.

Quadro nº 1. Dados da população brasileira dos anos de 1940 a 2010.

Década	População em área rural (%)	População em área urbana (%)
1940	68.8	31.2

1950	63.8	36.2
1960	54.6	45.4
1970	44.1	55.9
1980	32.4	67.7
1990	24.5	74.8
2000	18.8	81.2
2010	15.6	84.4

Fonte: IBGE, 2010. Editado pela autora.

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme apresentado no Quadro de dados nº 1, observa-se que houve um aumento constante na população urbana, além disso, entre os anos 50 e 60 houve um crescimento econômico significativo. Para Botega (2011), este fato é conhecido como o período de grande êxodo rural.

Houveram diversas políticas públicas ao longo desses anos de urbanização intensificada, todas foram voltadas para o problema do *déficit* habitacional, apesar disso, o problema da falta de habitação nunca foi de fato resolvido, pois enquanto as cidades aumentam, em paralelo ocorre a exclusão social e, com isso, as construções surgem de acordo com as condições de cada habitante, logo, compõem-se locais inapropriados e abandonados por parte do estado.⁹

Quadro nº 2. Déficit habitacional dos anos 2007 a 2011.

	2007	2008	2009	2011	2012
Número de domicílios	55.918.038	57.703.161	58.684.603	61.470.054	62.996.532
Déficit habitacional	5.593.191	5.191.565	5.703.003	5.409.210 5	5.244.525
Precárias	1.244.028	1.139.729	1.074.637	1.163.631	870.563
Rústico	1.135.644	1.039.445	1.005.875	1.034.725	785.887
Improvisados	108.384	100.284	68.762	128.906	84.676
Coabitação	2.307.379	2.032.334	2.315.701	1.808.314	1.757.160
Cômodos	214.476	190.213	224.120	237.914	178.433
Conviventes com intenção de mudar	2.094.410	1.842.670	2.094.953	1.571.581	1.579.263
Excedente aluguel	1.756.369	1.735.474	2.020.899	2.110.409	2.293.517
Adensamento aluguel	526.900	500.925	539.582	512.925	510.197
Estimativas relativas					
Déficit habitacional	10,00%	9,00%	9,72%	8,80%	8,53%
Precárias	2,22%	1,98%	1,83%	1,89%	1,42%

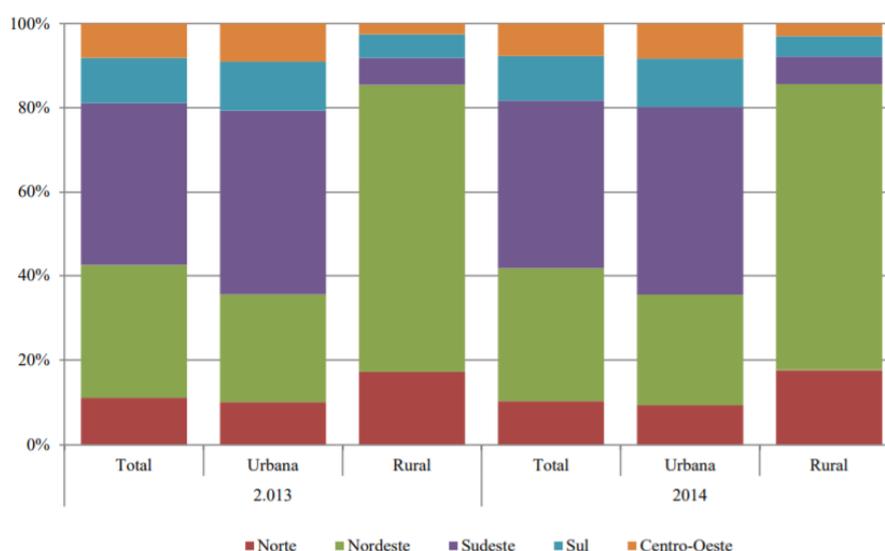
⁹ Cf. a respeito: MARICATO, Ermínia. **Urbanismo na periferia do mundo globalizado**. Metrôpoles brasileiras. Editora Perspectiva, vol. 14 nº 4. São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392000000400004>>. Acesso em: abr. 2018.

Coabitação	4,13%	3,52%	3,95%	2,94%	2,86%
Excedente aluguel	3,14%	3,01%	3,44% 3	3,43%	3,73%
Adensamento aluguel	0,94%	0,87%	0,92%	0,83%	0,83%

Fonte: IPEA, 2013. Editado pela autora.

De acordo com o Quadro nº 2, apesar do índice ter diminuído, no ano de 2012, o *déficit* habitacional no Brasil era de 8,53%. No Gráfico nº 1, mostra que no ano de 2013 e 2014, os índices de *déficit* tanto na área rural, como na área urbana e conforme cada região do país, apresenta os seguintes dados:

Gráfico nº 1. Distribuição do déficit habitacional por situação de domicílio segundo regiões geográficas - Brasil - 2013-2014.



Fonte: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013.

Estes dados demonstram, que o nordeste é uma das regiões que mais enfrentam este problema, porém as outras regiões não ficam muito para trás.

Avalia-se no mundo, cerca de 1,2 bilhões de pessoas não possuem habitação em condições adequadas, se não houverem soluções eficazes, este número tende a aumentar, pois estima-se que até 2025, o déficit habitacional aumentará 30%, passando esse valor para 1,6 bilhões de pessoas.¹⁰ Uma parcela dessa população encontra-se no Brasil, pois o déficit habitacional passa dos 6

¹⁰ Cf. a respeito: WRI BRASIL. **1,2 bilhão de pessoas vivem sem acesso à habitação de qualidade nas cidades.** Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2017/07/12-bilh%C3%A3o-de-pessoas-vivem-sem-acesso-%C3%A0-habita%C3%A7%C3%A3o-de-qualidade-nas-cidades>>. Acesso em: abr. 2018.

milhões,¹¹ desse modo, a necessidade de se construir habitações é intensamente necessário, porém é essencial que sejam rápidas na execução, seguras e de qualidade.

Apesar dos governos promoverem a construção de casas ou financiamentos,¹² com a preocupação em reduzir o *déficit* habitacional, mas o que ocorrem são casos que se repetem na América Latina toda, casas projetadas para resolver o número do déficit habitacional que é alto, mas os materiais, o tamanho, a qualidade da habitação e a localização implica na vida dessa população, ocasionando em problemas sociais e de deslocamento.¹³

3.1.3 Tecnologias utilizadas nas construções de habitação de interesse social

A habitação de interesse social (HIS) no Brasil, é também conhecida como “habitação popular”, e se caracteriza por estar destinada a pessoas com baixa renda. Tanto que está declarado na Constituição, como o direito à habitação, previsto no artigo 6º:

At. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. (CASA CIVIL, 2015).

Dessa maneira, houve maiores iniciativas por parte do governo no final do século XX e início do século XXI, na área habitacional.¹⁴ O último programa, é o projeto intitulado como “Minha casa minha vida”, iniciou no ano de 2009. O programa financiava e construía habitações para a população de baixa renda.¹⁵

¹¹ Cf. a respeito: CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Déficit Habitacional no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: out. 2018.

¹² Cf. a respeito: SANTOS JUNIOR, Orlando Alves dos. **O sistema nacional de desenvolvimento urbano**. Avanços e limites para a descentralização dos canais de participação. Rio de Janeiro: IPPUR – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2007.

¹³ Cf. a respeito: RODRÍGUEZ, Alfredo; SUGRANYES, Ana. El traje nuevo del emperador. Las políticas de financiamiento de vivienda social en Santiago de Chile. In: **Políticas de empleo y vivienda en Sudamérica**. Editora CrearImagen Quito, 1ª. Edição. Equador, 2012.

¹⁴ Cf. a respeito: FREITAS, Maria Luiza de. **O lar conveniente**: os engenheiros e arquitetos e as inovações espaciais e tecnológicas nas habitações populares de São Paulo (1916-1931). IAU USP São Carlos, São Carlos, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-14032006-123351/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2018.

¹⁵ Cf. a respeito: CAIXA, Caixa Econômica Federal. **Minha Casa Minha Vida**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: maio 2018.

Quando foi criado, o Programa apresentou diversos processos construtivos, alguns totalmente novos no mercado, incluindo os que prometiam construir casas em um único dia. Para que esses processos fossem efetivados eram necessários ser realizados testes que comprovassem a sua qualidade, aferida pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) em conjunto com o Ministério das Cidades, que está vinculado ao SINAT, Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores, esses órgãos verificam e aprovam todas as tecnologias a serem utilizadas, pois devem possuir desempenho, durabilidade, conforto, segurança e sustentabilidade.¹⁶

De acordo com Salgado (1996), os materiais utilizados nas construções de habitações populares foram as primeiras a utilizarem técnicas construtivas inovadoras. Apesar disso, para Cardoso (2009), a principal tecnologia utilizada será a alvenaria, por se tratar de um processo construtivo enraizado no Brasil, e por isso possuir uma credibilidade pela população. Porém, haverá espaço para construções que possuem processos industrializados, visto que possuem qualidades que competem com a alvenaria e velocidade na produção.

Dado isso, a Caixa (s.d.), órgão que financia grande parte das habitações, descreve que a construção industrializada, quando se trata do uso de estruturas em aço como o LSF (*Light steel framing*), é um método construtivo viável para a realização de empreendimentos habitacionais. Tanto que foram realizados laudos técnicos e estabelecidos requisitos e critérios mínimos em conjunto com o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS).

3.1.4 Arquitetos e os materiais industrializados

O uso dos materiais industrializados possibilitou diversos meios para a criação, substituição e evolução dos materiais e das técnicas. Dois arquitetos foram os primeiros a abordar a industrialização na arquitetura, Walter Gropius e Le Corbusier.

¹⁶ Cf. a respeito: CARDOSO, Francisco Ferreira. **Alvenaria vai predominar no Minha Casa, Minha Vida**. 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/alvenaria-vai-predominar-no-minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em: abr. 2018.

Para Le Corbusier, a produção de casa em série é o primeiro passo para transformar a produção de casas do meio artesanal que possui um sistema desorganizado e, com isso, não possui um padrão de qualidade. Dessa forma, segundo ele é necessário que haja primeiro uma compreensão do que é construir com sistemas industrializados, pois para ele:

casa é construída em três dias. Sai da fôrma como uma peça de fundição. Mas a gente se revolta diante das técnicas tão 'desenvoltas'; não se crê numa casa feita em três dias; é preciso um ano além de telhados pontiagudos, clarabóias e quartos em mansardas!. (LE CORBUSIER, 2006, p. 195).

Ao relacionar a casa com um objeto de produção em larga escala, Le Corbusier compara que toda casa deveria vir com um manual de habitação, para que cada elemento tenha uma descrição de sua importância.¹⁷ Através desse fato, é possível constatar a similaridade com o conceito de habitar, um manual com especificações dos materiais utilizados, representação das passagens das tubulações hidráulicas e elétricas e as possíveis ampliações que possam ser realizadas, contribuindo para a compreensão do espaço, que auxiliará antes e durante a ocupação da habitação.

De acordo com Gropius, ao introduzir os materiais industrializados, não haveria a padronização na tipologia de casas, como a dos bairros distantes do centro de Londres, pois em uma de suas palestras no ano de 1924, relatava sobre o uso de materiais que possuíssem segundo ele coordenação modular, que consistia na composição dos materiais que possuíam medidas adaptáveis e, com isso formariam casas com tamanhos de acordo com a necessidade. Tanto que ele elaborou, em conjunto com a K. Waschsmann, um sistema construtivo conhecido como "General Panel System".¹⁸

3.1.5 Sistemas construtivos industrializados

A industrialização com o propósito de modificar a matéria-prima para a criação de novos produtos, através do uso de máquinas e, com isso proporcionando

¹⁷ Cf. a respeito: LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. Editora Perspectiva, 6ª edição. – 1ª reimpressão. São Paulo, 2006.

¹⁸ Cf. a respeito: ROSA, Wilhelm. **Arquitetura industrializada: a evolução de um sonho à modularidade**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>>. Acesso em: maio 2018.

um sistema em série, tem como objetivo a padronização, visando economia e qualidade.¹⁹ Na construção civil, a indústria compreende a fabricação de materiais e equipamentos pré-fabricados, assim, de acordo com Facco (2014, p. 12), “reduzem o manejo por operários, aumentando assim a produtividade e a qualidade do sistema”.

Com a industrialização, a construção civil permitiu o uso de novas tecnologias nos sistemas construtivos, possibilitando a transformação dos materiais como o ferro e o vidro, pois anteriormente era utilizado apenas por meio do uso de métodos manuais e artesanais.²⁰

Para Santiago (2008), com a industrialização da construção, é possível acompanhar paralelamente os números da falta de habitação, uma vez que, ao transformar uma produção em série, o sistema permite a racionalização logo, a produção em larga escala e, por possuir um padrão, permite o maior controle de qualidade e mão de obra especializada, além do tempo de execução menor em relação ao método convencional.

O uso dos sistemas construtivos racionalizados, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland:

[...] permite o retorno antecipado do investimento, pois a execução do cronograma torna-se mais dinâmica. Além de melhorar a gestão, aumentando a produtividade e a competitividade, os sistemas industrializados reduzem os desperdícios e o volume de resíduos nas obras, com ganhos para o meio ambiente. (ABCP, 2011, s.p.).

Com o avanço da indústria siderúrgica no Brasil, a construção civil com o uso do aço, tornou-se predominante,²¹ além disso, segundo o Instituto Aço Brasil (IAB, 2017), por ser uma tecnologia que está em constante estudos e adaptações de acordo com o mercado, pois o aço está cada vez mais presente nas construções civil.

¹⁹ Cf. a respeito: SOUZA, Luiz Gonzaga de. **Economia industrial**. 2005. Disponível em: <<https://www.eumed.net>>. Acesso em: abr. 2018.

²⁰ Cf. a respeito: BRUNA, Paulo Julio Valentino. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. Editora Perspectiva e Editora da Universidade de São Paulo, 2ª edição. São Paulo, 1976.

²¹ Cf. a respeito: CBCA. **Centro brasileiro da construção em aço**. 2014. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/>>. Acesso em: maio 2018.

Para Castro (2005), a utilização do aço na construção civil possui custos iniciais mais altos que as outras tecnologias, mas por possuir um sistema racionalizado, permite aumento na produtividade e, com isso a redução no custo de mão de obra. Ademais, os materiais possuem qualidade e, com isso, a longo prazo, tornam-se mais eficazes e econômicos.

3.1.6 Construção seca: da madeira à origem do *Light Steel Framing*

Para compreender a origem da expressão “construção seca”, é necessário estudar o sistema construtivo *Wood Frame*, que surgiu nos Estados Unidos, no século XIX como via de solução para a falta de habitações; naquele período, a população multiplicou-se, com isso havendo a necessidade de se utilizar técnicas que fossem práticas, rápidas na execução, baixo custo, visto que utilizavam os materiais disponíveis naquela época, a madeira.²²

Após um longo período utilizando esta técnica construtiva, o aço tornou-se um elemento abundante com o fim da Segunda Guerra Mundial e, com isso as empresas acumularam grande conhecimento do material, tanto que o processo de fabricação do aço passou a ser a frio, possibilitando maior resistência e eficiência comparado com a madeira.²³

A partir disso, iniciou-se sua aplicação nas divisórias dos enormes edifícios com a estrutura em ferro, e aos poucos o aço foi ampliando seu uso e, com isso as tecnologias se modificando. Ademais nos anos 80, nos Estados Unidos, a madeira, recurso oriundo das florestas mais antigas passaram a ser vetadas e, com isso, provocando a escassez de material.²⁴ Este fato contribuiu para a utilização do aço, tanto que estima-se que, no final da década de 90, 25% das residências nos Estados Unidos, foram construídas com este material.²⁵

No Japão, a introdução do aço foi semelhante à dos Estados Unidos, tanto

²² Cf. a respeito: FUTURENG. **Origens e história do LSF**. Revista digital de Construção Civil. 2012. Disponível em <<http://www.futureng.pt/origens>>. Acesso em: maio 2018.

²³ *Idem, Ibidem*.

²⁴ Cf. a respeito: REGO, Diogo José Martins. **Estruturas de edifícios em *light steel framing***. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2012. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/.../MScThesis%20Diogo%20Rego.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

²⁵ Cf. a respeito: BATEMAN, B. W. **Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction**. Texas: Department of construction science of A&M University, College Station, 1998. Tradução da autora.

que teve início após a Segunda Guerra Mundial, quando o país estava devastado pelos ataques ocorridos e, com isso, cerca de quatro milhões de casas foram destruídas. Como a madeira era o principal elemento utilizado nas construções e, com os ataques incendiavam facilmente, o governo proibiu o seu uso, dessa maneira, o aço passou a ser implementado. Em consequência disso, a indústria japonesa passou a produzir em larga escala, sendo que hoje, o Japão apresenta um mercado e indústria desenvolvidos em perfis de aço leve.²⁶

Com a substituição da madeira pelo aço, o sistema construtivo passou a ser chamado mundialmente com a sigla LSF ou *Light Steel Framing*²⁷. Este sistema já foi implantado em diversos países como os EUA, Canadá, Japão, Austrália, Nova Zelândia, Reino Unido, norte da Europa, e África do Sul, entre outros.

3.2 Sobre o *Light Steel Framing*

O sistema construtivo *Light Steel Framing*, também conhecido como pela sigla LSF, por ser um sistema industrializado, possui agilidade na execução e definido como sistema autoportante em aço (estrutura), de construção a seco.²⁸

Figura nº 3. *Light Steel Framing* (LSF).



Fonte: CONSTRUÇÕES METÁLICAS, s.d.

²⁶ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing**; arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br>>. Acesso em: maio 2018.

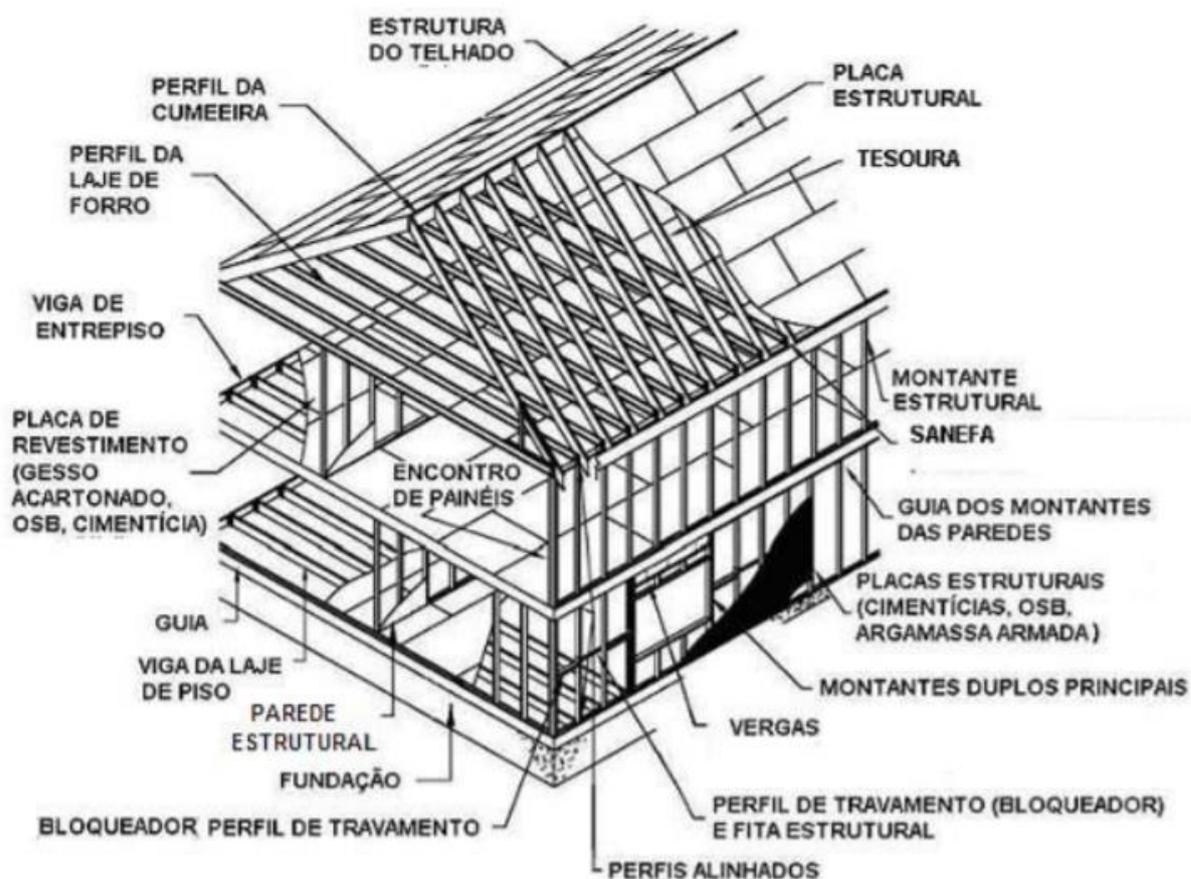
²⁷ A inclusão do Light, traduzida para o português significa leve, que serve para expressar a estrutura de aço "Steel" que permite à edificação possuir o peso reduzido. A designação em inglês "Framing" é usada para definir o sistema construtivo em aço.

²⁸ Cf. a respeito: REGO, Diogo José Martins. **Estruturas de edifícios em light steel framing**. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2012. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/.../MScThesis%20Diogo%20Rego.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

Outro ponto sobre o sistema, é a produção de outros componentes, como: a fundação, isolamento, fechamentos, instalações elétricas e hidráulicas, que em conjunto formam a tecnologia construtiva. Uma maneira de se compreender é comparando-se ao corpo humano:

- Os perfis de aço galvanizado que compõem a estrutura correspondem aos ossos do corpo humano.
- As fixações e correias da estrutura do edifício correspondem às articulações e tendões.
- Os diafragmas de rigidez no edifício correspondem aos músculos.
- Os diferentes isolamentos, ventilações e terminações do edifício se correspondem aos mecanismos de pele e respiração e transpiração. (CONSULSTEEL, 2002, p. 23, tradução da autora).

Figura nº 4. Sistema de uma residência em LSF.



Fonte: BATISTA, 2011.

De acordo com Jardim; Campos (2006), o sistema compreende perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio, compostos por painéis autoportantes, vigas de piso, estruturas de treliças entre outros. São capazes de

suportar as cargas de acordo com cada edificação. Outro ponto que é destacado é que por ser um “sistema construtivo aberto”, são permitidos diversos materiais e, com isso, sendo flexível em relação ao projeto, permitindo maior fluidez e possibilidades. Além disso, é “racionalizado, otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas, customizável, permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável” (Jardim; Campos, 2006, s.p.).

3.2.1 Etapas de construção

3.2.1.1 Métodos de construtivos

De acordo com Crasto (2005, apud Trebilcock, 1994), o LSF utiliza cinco métodos construtivos, como veremos a seguir.

i) Método *Stick*

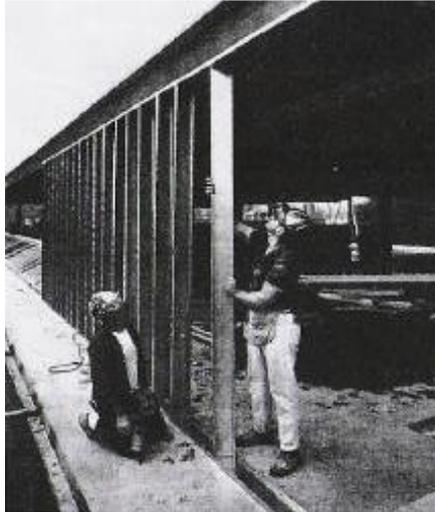
Também conhecido como “método tradicional”, é composto por perfis metálicos que são cortados e montados no canteiro de obra. Por isso, possui uma pré-fabricação, sendo utilizados em locais por quem não possui um construtor, desse modo, permite fácil transporte dos materiais até a obra, porém torna a montagem mais lenta em comparação aos outros métodos e, além disso, havendo a necessidade de mão de obra especializada no local da construção.²⁹

As características dos perfis permitem a fácil passagem dos elementos elétricos, hidráulicos, entre outros, pois veem perfurados de fábrica.³⁰

²⁹ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2248>>. Acesso em: maio 2018.

³⁰ Cf. a respeito: PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1862>>. Acesso em: maio 2018.

Figura nº 5. Montagem pelo método Stick.



Fonte: SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012.

As principais vantagens deste método são (SCI,1997 apud Rego 2016):

- Acomodar maiores tolerâncias construtivas;
- Não é necessária fábrica de pré-fabricação nem máquinas de levantamentos pesados no local;
- O transporte dos elementos pode ser feito de forma mais eficiente.

ii) Método por Painéis

Segundo Rego (2016), esse método consiste em módulos de peças, podendo ser paredes, pisos e coberturas, possuindo a maior parte da montagem na indústria, uma vez que é necessária sua utilização na obra de acordo com o projeto. Ademais, por grande parte da estrutura já estar composto, é possível que os painéis venham com o revestimento exterior e interior, e eventualmente, com isolamento.

Portanto, com a construção em painéis as vantagens são (SCI, 1997 apud Rego 2016):

- Rapidez de construção;
- Controle de qualidade dos produtos fabricados;
- Redução significativa dos custos no local da obra;
- Automação de tarefas produtivas.

Figura nº 6. Montagem pelo método por painéis.



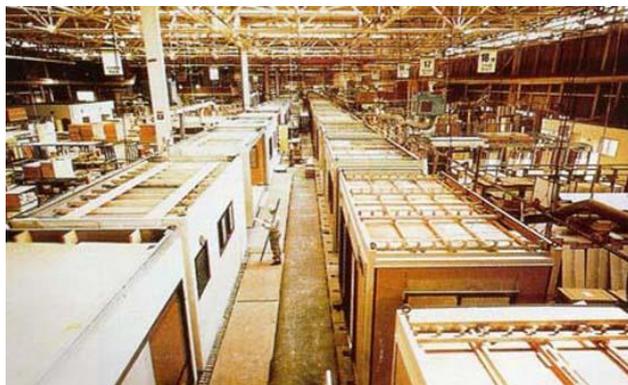
Fonte: SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012.

iii) Método Construção Modular

Nesse método, as construções modulares vêm pré-prontas da indústria, ou seja, pré-fabricadas. Dessa maneira, ao contrário dos outros métodos apresentados anteriormente, são entregues no canteiro de obras com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas, entre outros.³¹

No canteiro de obra é necessário apenas implantar-se os módulos, tanto que são realizados diversos projetos, como escritórios, casas, indústrias, hospitais, entre outros (Castro, 2005).

Figura nº 7. Linha de produção da construção por módulos.



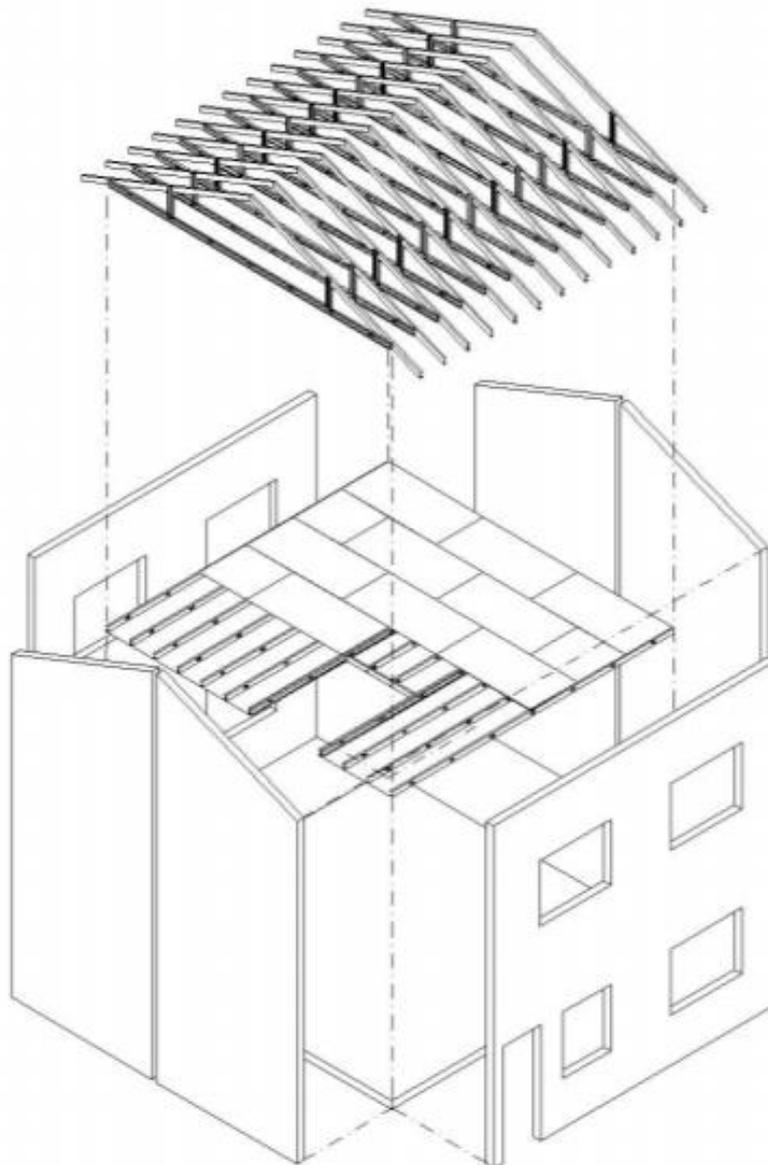
Fonte: CAMPOS, s.d.

³¹ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing.** Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

iv) Método *Balloon Framing* e *Platform Framing*

Sendo uma subdivisão dos métodos apresentados anteriormente, de acordo com Crasto (2005, p. 29), “na construção balloon a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis são geralmente muito grandes e vão além de um pavimento”.

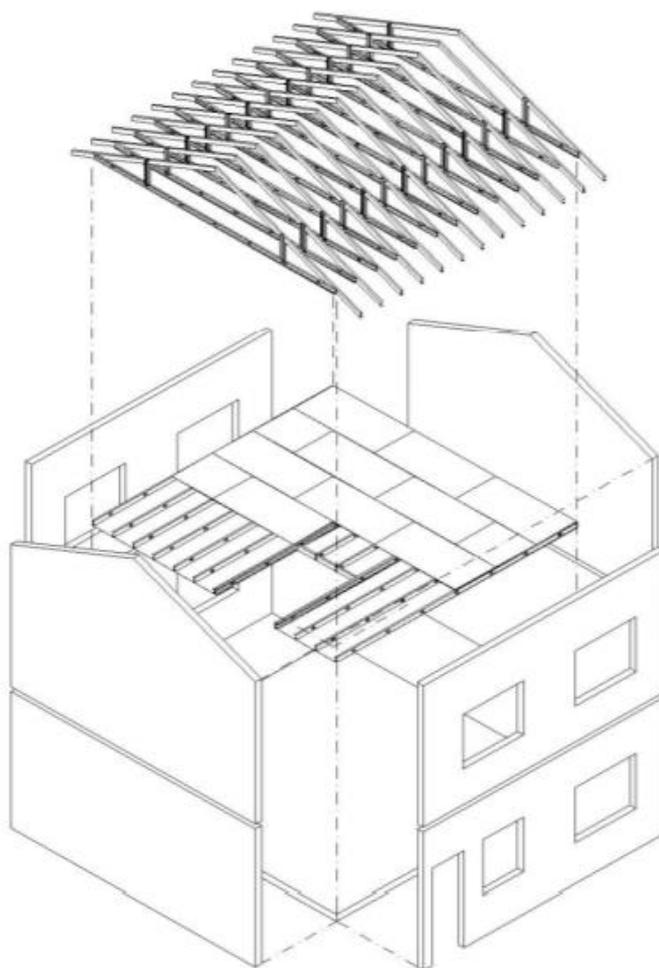
Figura nº 8. Esquema de construção em *Balloon Framing*.



Fonte: GRUBB e LAWSON, 1997 *apud* CRASTO, 2005.

O *platform* difere do *balloon*, pois é construído um pavimento por vez, logo os painéis não são contínuos estruturalmente. Este método é um dos mais utilizados atualmente.³²

Figura nº 9. Esquema de construção em *Platform Framing*.



Fonte: GRUBB e LAWSON, 1997 *apud* CRASTO, 2005.

3.2.1.2 Fundação

Pelo fato do LSF ser composto de uma estrutura leve, de acordo com

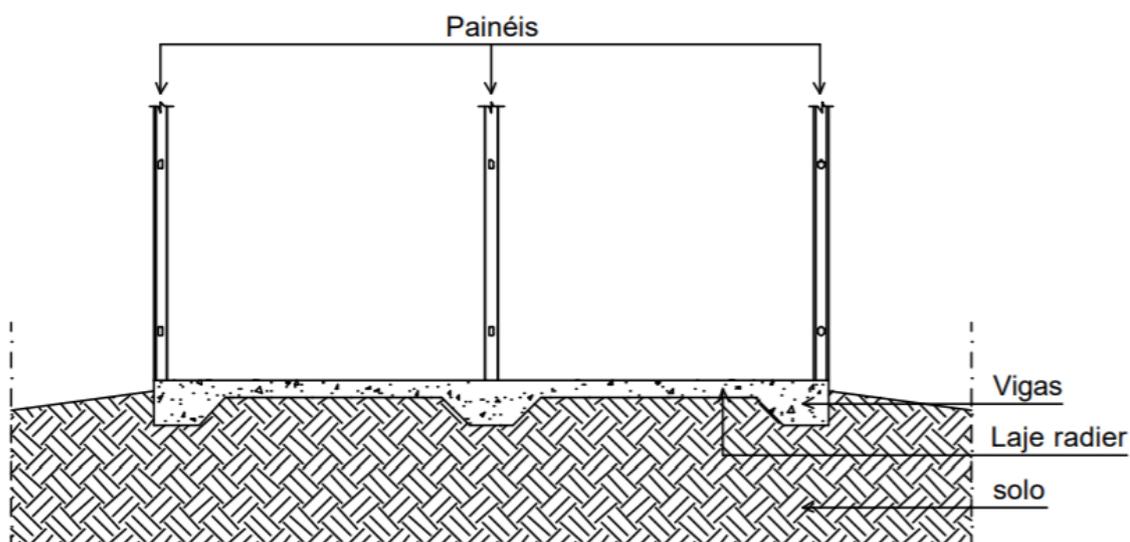
³² Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing**: arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br>>. Acesso em: maio 2018.

Trebilcock (1994) em comparação com uma parede de blocos, esse material pesa apenas 20%, tendo como base um painel estrutural. Dessa maneira, a fundação exige menos, porém deve possuir fundação contínua, pois a estrutura distribui as cargas uniformemente.³³ Ademais, seu isolamento, com uma base devidamente nivelada, contribui diretamente para os próximos passos da execução da obra.³⁴ Por não demandar fundações que necessitem grandes perfurações no solo, são utilizados dois tipos de fundação: a radier e a sapata corrida.

3.2.1.2.1 Radier

Utiliza-se quando a topografia do terreno permite, geralmente, em terrenos planos. A fundação Radier, é considerada uma fundação rasa com componentes estruturais semelhantes a uma laje de concreto. No local, onde possuem mais esforços estruturais, possuem vigas no perímetro da laje.

Figura nº 10. Corte esquemático da fundação em radier.



Fonte: SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012.

Além disso, o dimensionamento varia de acordo com o seu cálculo estrutural,

³³ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

³⁴ Cf. a respeito: CONSUL STEEL. **Manual de procedimiento construcción con steel framing**. Buenos Aires, 2002. Disponível em: <<http://consulsteel.com/wp-content/uploads/Manual-de-Procedimiento-Consul-Steel.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

tendo as seguintes especificações:

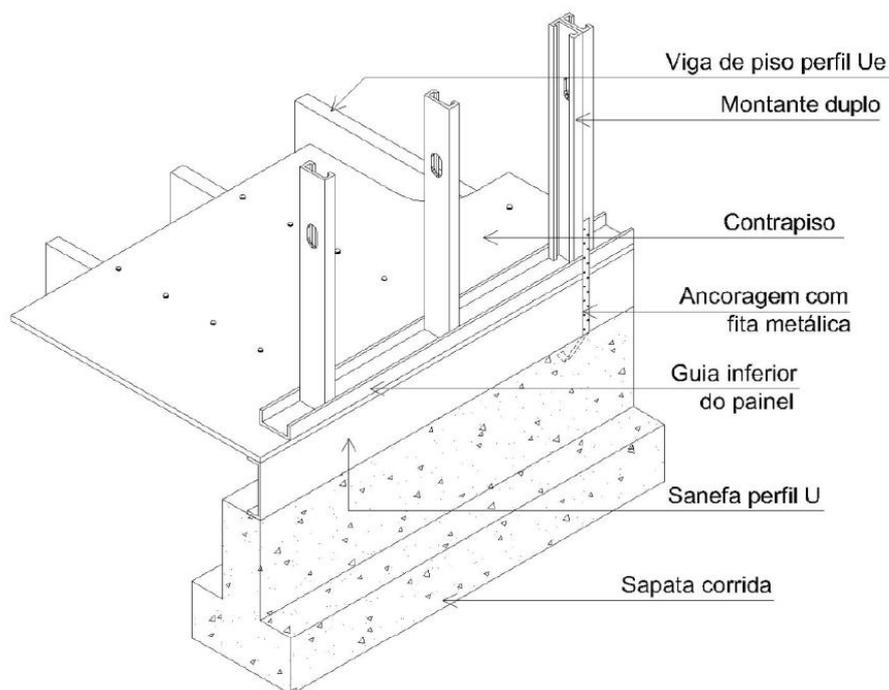
- A fim de evitar a umidade do solo ou infiltração de água na construção, prever o nível do contrapiso à no mínimo 15 cm de altura do solo;
- Nas calçadas ao redor da construção, garagens e terraços, possibilitar o escoamento da água através de uma inclinação de pelo menos 5% (CRASTO, 2005, p. 32).

3.2.1.2.2 Sapata corrida

Este tipo de fundação, é indicada para projetos que possuem paredes portantes, pois as cargas das mesmas, deriva ao longo das paredes. Este sistema:

Constitui-se de vigas que podem ser de concreto armado, de blocos de concreto ou alvenaria que são locados sob os painéis estruturais. O contrapiso do pavimento térreo para esse tipo de fundação pode ser em concreto, ou construído com perfis galvanizados que apoiados sobre a fundação constituem uma estrutura de suporte aos materiais que formam a superfície do contrapiso (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012, p. 27).

Figura nº 11. Fundação sapata corrida.



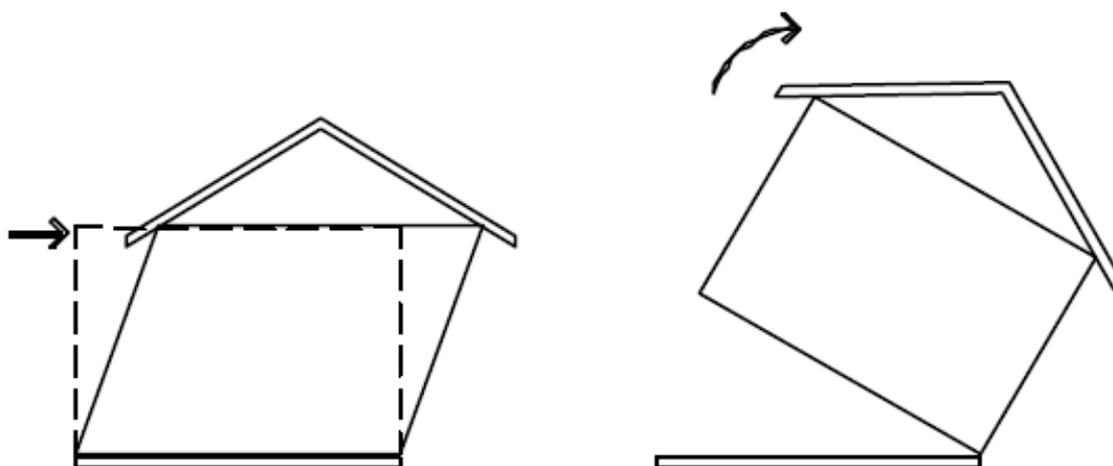
Fonte: CRASTO, 2005.

3.2.1.3 Fixação dos Painéis nas Fundações

Devido às cargas, ação do vento, condições climáticas e morfológicas, a estrutura deve ser fixada na fundação a fim de os efeitos de movimentos de translação, ou tombamento com rotação do edifício, sejam evitados (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo Scharff (1996 *apud* CRASTO, 2005), o efeito de translação é quando o vento age sobre o edifício, fazendo que o mesmo se desloque em um sentido. Já o tombamento, é quando a direção dos ventos é assimétrica, havendo uma elevação da estrutura.

Figura nº 12. Do lado direito, efeito de translação e ao lado esquerdo, efeito de tombamento.



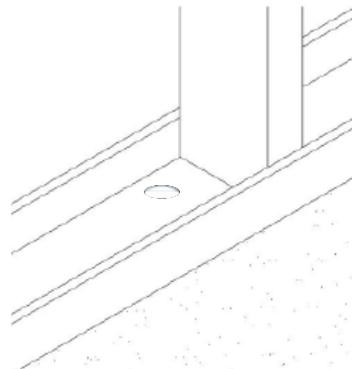
Fonte: CRASTO, 2005. Editado pela autora.

De acordo com a Crasto (2005), existem quatro tipos de fixação mais comuns, a ancoragem provisória, a ancoragem química com barra roscada, a fita metálica e a de fixação com barra roscada tipo “J”. Todas são dimensionadas e executadas de acordo o projeto, para que a estrutura e a fundação suportem as cargas existentes apresentadas anteriormente (CONSULSTEEL, 2002).

3.2.1.4 Ancoragem provisória

Utilizada no processo de montagem, para que os painéis permaneçam alinhados e de acordo com projeto, a fim de evitar deslocamentos laterais até que sejam ancorados com os outros métodos. São fixados na estrutura com a fundação, utilizando o sistema de finca de pinos acionados com pólvora.

Figura nº 13. Exemplo de ancoragem provisória.

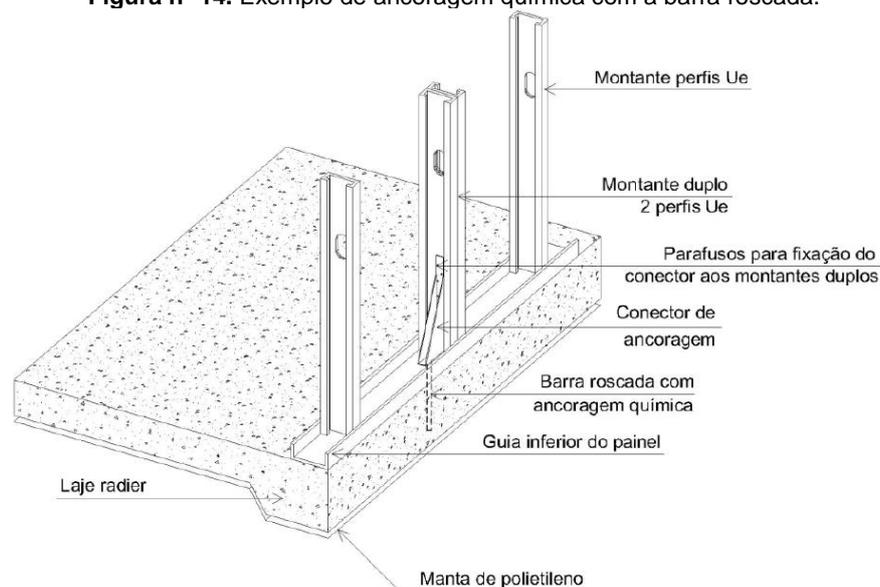


Fonte: CRASTO, 2005. Editado pela autora.

Definição de Ancoragem Química

Diferente dos dois outros tipos de ancoragem, a química com barra roscada é colocada depois da concretagem da fundação. Consiste em uma barra roscada com arruela e porca, que é fixada no concreto por meio de perfuração preenchida com uma resina química a base de epóxi formando uma interface resistente com o concreto. A fixação à estrutura se dá por meio de uma peça em aço que é conectada à barra roscada e à guia e a parafusada ao montante geralmente duplo. (CRASTO, 2005, p. 35).

Figura nº 14. Exemplo de ancoragem química com a barra roscada.

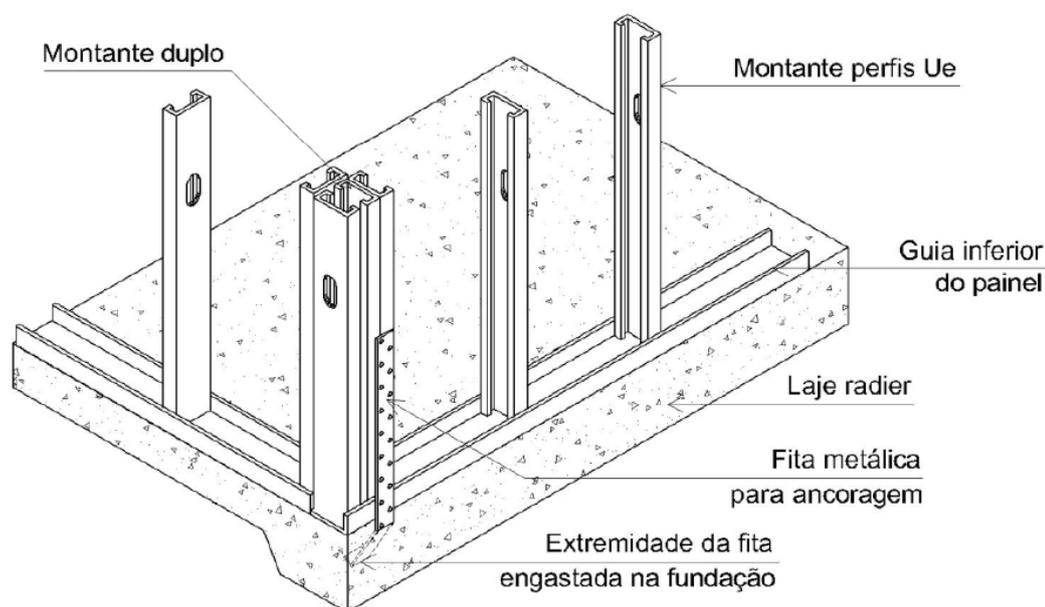


Fonte: TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008.

Definição de Ancoragem com Fita Metálica

São peças de aços retangulares, sendo que uma parte é fixada na etapa de fundação e a outra parte é parafusada nos montantes da estrutura.³⁵ Segundo Crasto (2005, p. 37), “esses chumbadores devem ser precisamente posicionados antes da concretagem, pois dado a cura do concreto, eles não podem ser mais deslocados”.

Figura nº 15. Exemplo de ancoragem com fita metálica.



Fonte: CRASTO, 2005.

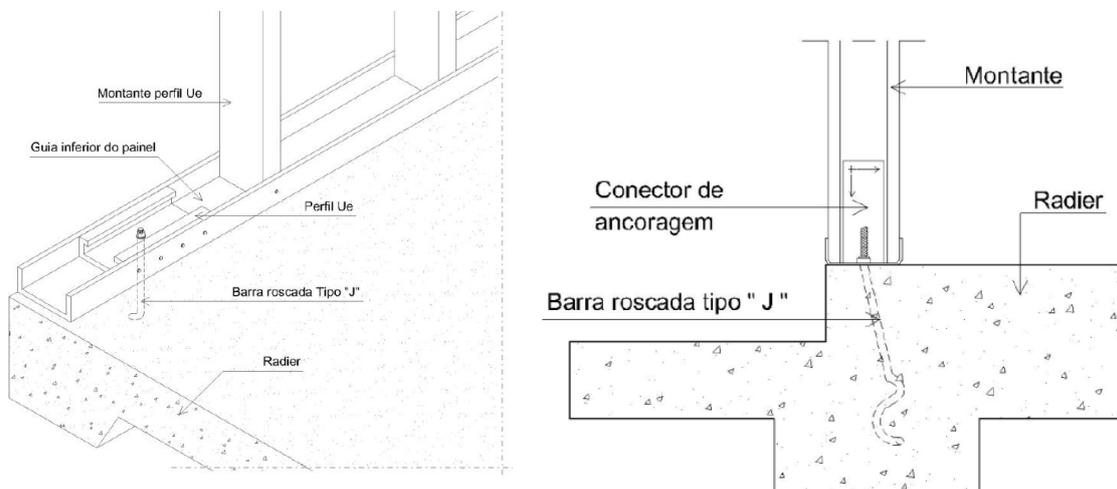
3.2.1.5 Ancoragem com Barra Roscada tipo “J”

Assim como a Ancoragem com Fita Metálica, parte da peça é colocada no processo de fundação, sendo a diferença é o formato da peça. Para a fixação da

³⁵ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

peça, a parte curva fica coberta, enquanto a outra parte, é fixada à estrutura (guia ou montante).³⁶

Figura nº 16. Exemplo de ancoragem com barra roscada tipo "J".



Fonte: CRASTO, 2005.

Este tipo de ancoragem não é recomendado pois, possui dificuldade de locação da Barra Roscada. Além disso, é necessário o uso de outra peça, denominada "Ue", com um comprimento no mínimo de 150mm.

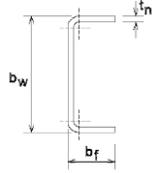
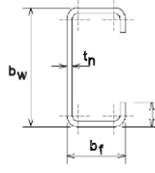
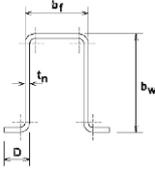
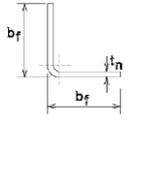
3.2.2 Estrutura

3.2.2.1 Perfis Metálicos

Para construções em *Light Steel Framing*, esta regulamentado pelas Normas Brasileiras a NBR 15253 Perfis de Aço Formados a Frio, com revestimento Metálico, para Painéis Reticulados em Edificações: Requisitos Gerais e a NBR 6355 Perfis estruturais de aço formados a frio: padronização.

³⁶ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

Quadro nº 3. Exemplo dos tipos de perfis seus usos de acordo com a NBR e 6355:2008.

TIPO DE PERFIL				
NOMENCLATURA DE ACORDO COM A NBR 6355:2008	U simples	U enrijecido	Cartola	Cantoneira de abas desiguais
USO	Guia Ripa Bloqueador Sanefa	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga	Ripa	Cantoneira

Fonte: NBR 6355:2008, 2008. Editado pela autora.

De acordo com a norma brasileira, os perfis de LSF são padronizadas pela NBR 6355:2003:

As dimensões da alma (b_w) dos perfis Ue usualmente comercializados no Brasil são 90, 140 e 200 mm e as mesas (b_f) podem variar de 35 a 40 mm, dependendo do fabricante e do tipo de perfil. Já as dimensões da alma e das mesas dos perfis U são um pouco maiores que aquelas dos perfis Ue, para permitir o encaixe entre eles. As espessuras padronizadas de chapa, são 0,95 mm, 1,25 mm, 1,55 mm, 2,25 mm e 2,46 mm (SANTIAGO, 2008, P. 14).

3.2.2.2 Painéis

Sistema composto pelos perfis de aço, possuem função estrutural e também fazem parte de um dos elementos que compõem as paredes da edificação. Tendo características de painéis estruturais, ou autoportantes, quando estão relacionados à estrutura.³⁷

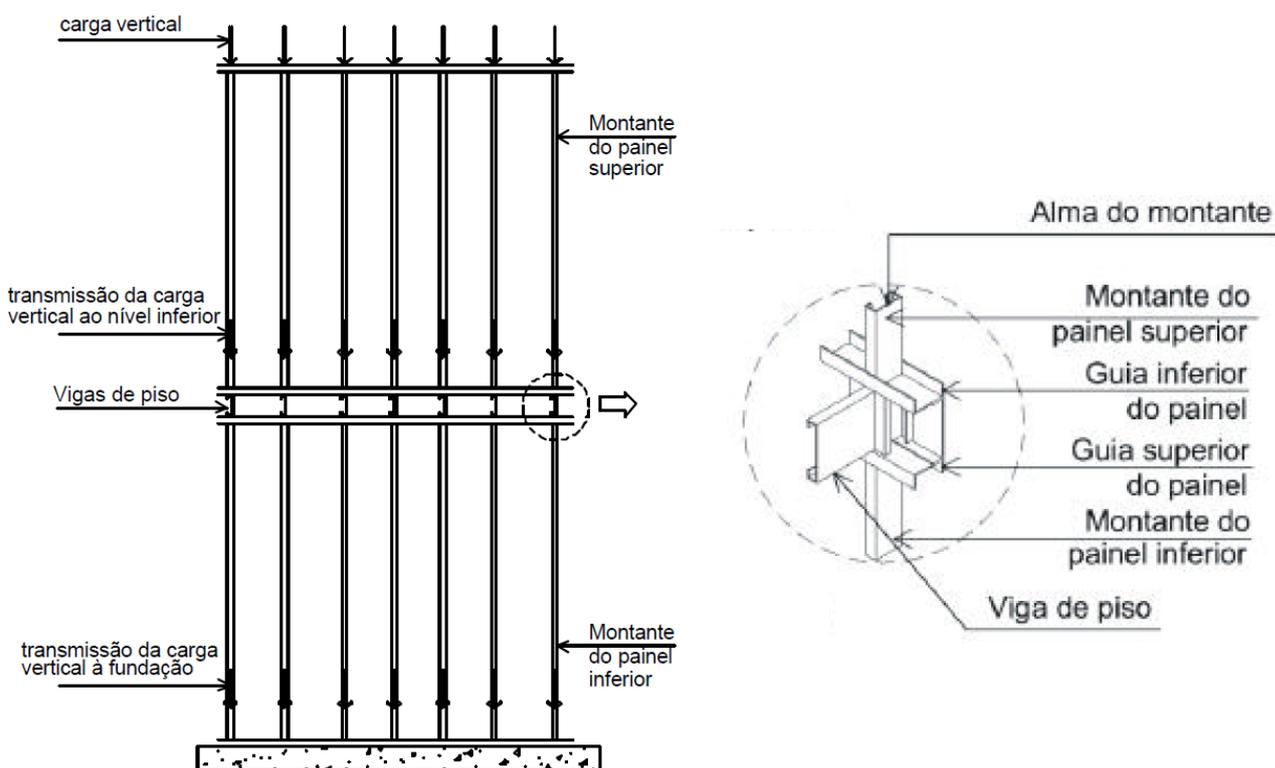
Conforme Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA, s.d), os perfis de aço quando possuem um número maior de elementos estruturais, distribuem melhor as cargas, por isso, permitem o uso de perfis de aço formados a frio. Além

³⁷ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural.** Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2248>>. Acesso em: maio 2018.

disso, permite a modulação, que dispõe o padrão de medidas de 400mm ou 600mm, mesmo enquadramento que os materiais de fechamento apresentam.

Por possuir a função estrutural, os painéis estruturais ou autoportantes, recebem as cargas e têm a função de distribuí-las. Segundo Santiago; Freitas; Crasto (2012, p. 40), “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**”. Todos os elementos dos painéis devem estar alinhados, de preferência, pois assim, as cargas verticais são transferidas uniformemente, porém quando não é possível esse alinhamento, é necessário introduzir uma viga sob o painel, para que as cargas excêntricas sejam distribuídas igualmente.³⁸

Figura nº 17. Exemplo de transição de carga vertical até a fundação.



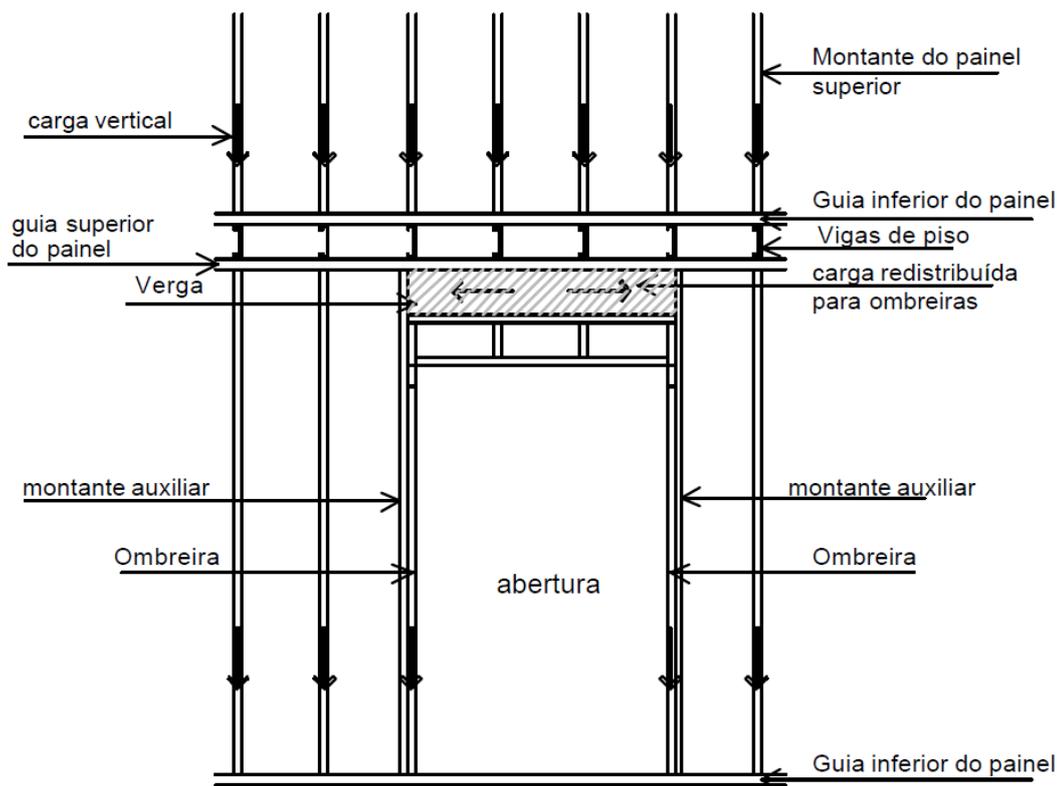
Fonte: CRASTO, 2005.

³⁸ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

Quando esses painéis necessitam de abertura, no caso para portas e janelas, são necessários o complemento de elementos estruturais, neste caso, as vergas colocadas sobre o elemento denominado de ombreira, aliviam a distribuição das cargas recebidas pelos montantes interrompidos.

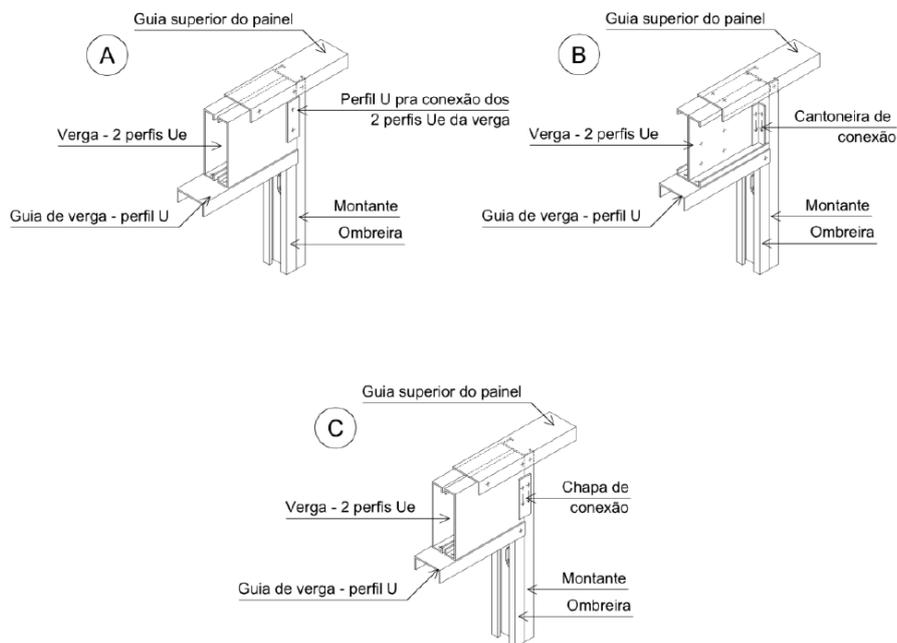
A **verga** pode ter várias combinações (Figura 3.4), mas basicamente é composta de dois perfis Ue conectados por meio de uma peça aparafusada em cada extremidade, geralmente um perfil U, de altura igual a verga menos a aba da guia superior do painel, e por uma peça chamada **guia da verga** que é fixada as mesas inferiores dos dois perfis Ue. Além disso, a guia da verga é conectada as ombreiras, a fim de evitar a rotação da verga, e também permite a fixação dos **montantes de composição (cripples)**, que não tem função estrutural e estão localizados entre a verga e a abertura, a fim de permitir a fixação das placas de fechamento (CRASTO, 2005, p. 44).

Figura nº 18. Exemplo da distribuição das forças exercida sobre a verga.



Fonte: CRASTO, 2005.

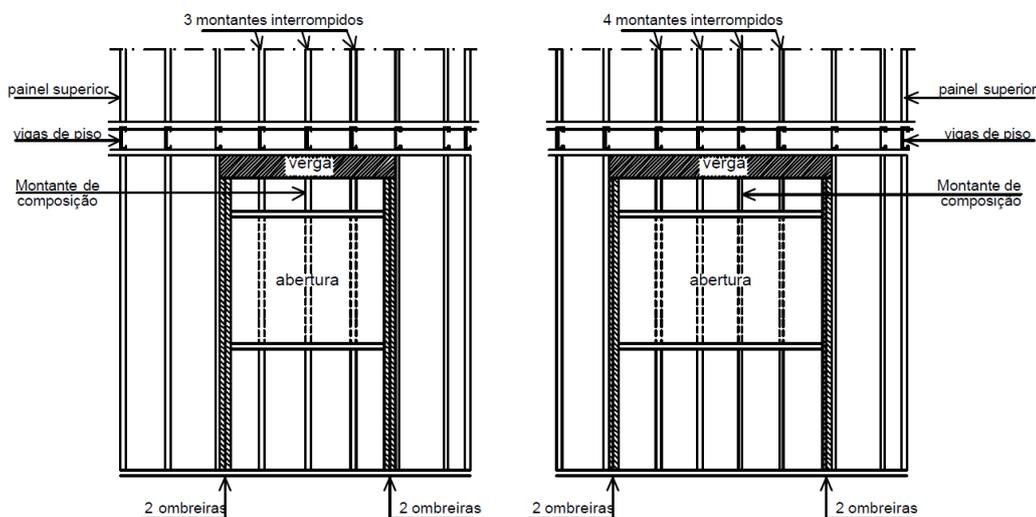
Figura nº 19. Detalhamento e exemplos de vergas.



Fonte: CRASTO, 2005, p. 45.

Para determinar o número de ombreiras, deve-se levar em conta o cálculo estrutural e o tamanho da abertura. No entanto, existe uma regra, “[...] o número de ombreiras de cada lado da abertura será igual ao número de montantes interrompidos, este valor é dividido por dois. Quando o resultado é um número ímpar, acrescenta-se mais uma ombreira” (CONSULSTEEL, 2002, p. 69, tradução da autora).

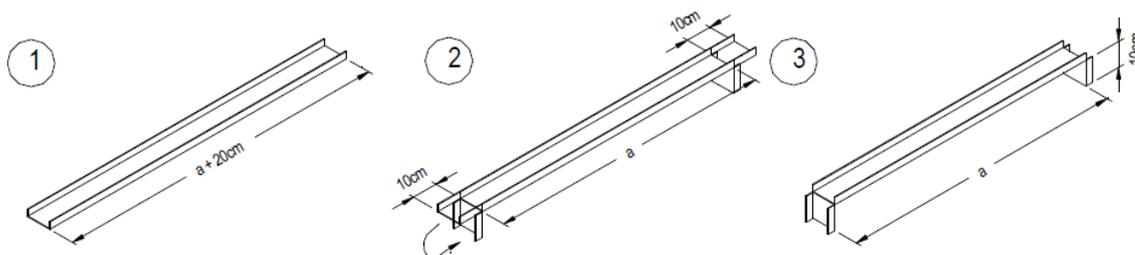
Figura nº 20. Exemplo do número de ombreiras, a esquerda quando o resultado é ímpar e a direita quando é par.



Fonte: CRASTO, 2005, p. 46. Editado pela autora.

Para o acabamento das aberturas, neste caso, são utilizados o perfil “U”, na parte superior e inferior, em janelas e, somente na parte superior, em portas. O tamanho dessas chapas, são acrescidas de 10cm em cada ponta, totalizando 20cm a mais que o vão possuir.³⁹

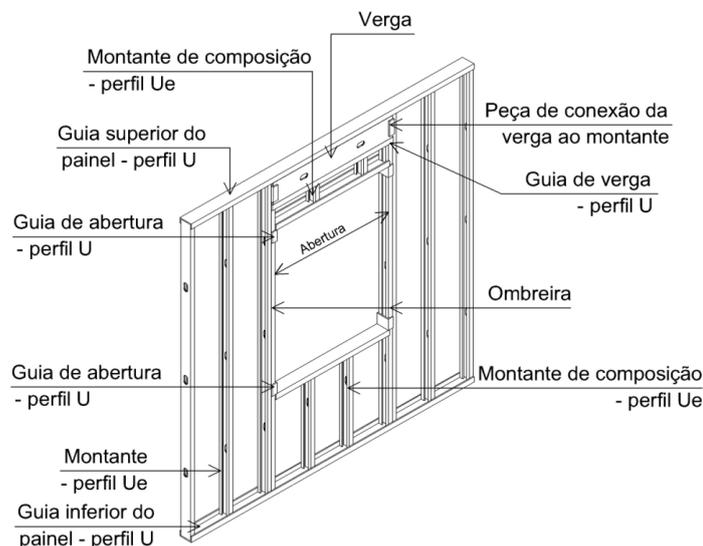
Figura nº 21. Passo a passo para a execução dos perfis “U”, para a utilização nos acabamentos das aberturas.



Fonte: CONSULSTEEL, 2002, p. 70,. Editado pela autora.

Primeiro corta-se o perfil “U” com 20cm a mais, depois corta-se apenas nas abas com distância de 10cm e por último, dobra-se na linha do corte realizado anteriormente, com o ângulo de 90°.⁴⁰ Dessa maneira o painel com abertura, possui os seguintes elementos:

Figura nº 22. Exemplo do painel com abertura e com seus respectivos elementos.



Fonte: SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012.

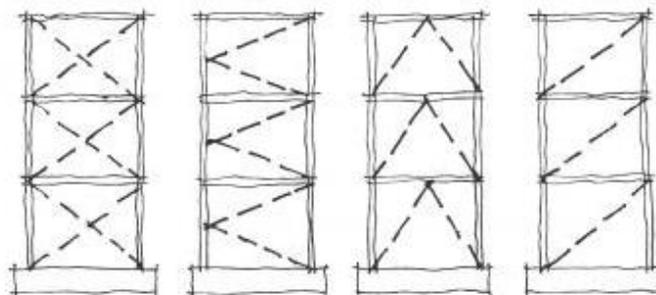
³⁹ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural.** Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2248>>. Acesso em: maio 2018.

⁴⁰ Cf. a respeito: CONSUL STEEL. **Manual de procedimiento construcción con steel framing.** Buenos Aires, 2002. Disponível em: <<http://consulsteel.com/wp-content/uploads/Manual-de-Procedimiento-Consul-Steel.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

3.2.2.3 Estabilização da estrutura

Dependendo de cada caso, quando os painéis estruturais ou autoportantes, é necessário a adição de elementos nos painéis verticais. De acordo com Rodrigues (2016, p. 22), “Para absorver as forças horizontais paralelas ao plano do painel, devidas principalmente à ação do vento, é necessário prover a estrutura de algum outro elemento capaz de resistir e transmitir tais esforços”. Esses elementos são colocados na posição diagonal, conhecidos como “ \wedge ”, “V”, “X” ou “K”.

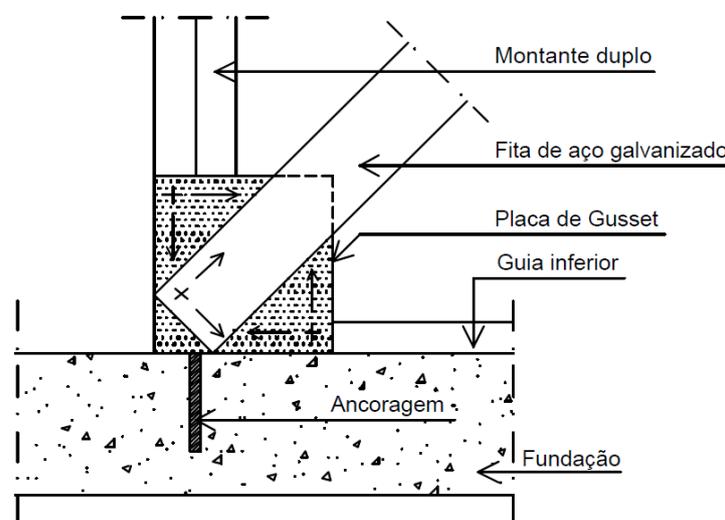
Figura nº 23. Exemplo dos contraventamentos.



Fonte: SEISMIC RESILIENCE, s.d. Editado pela Autora.

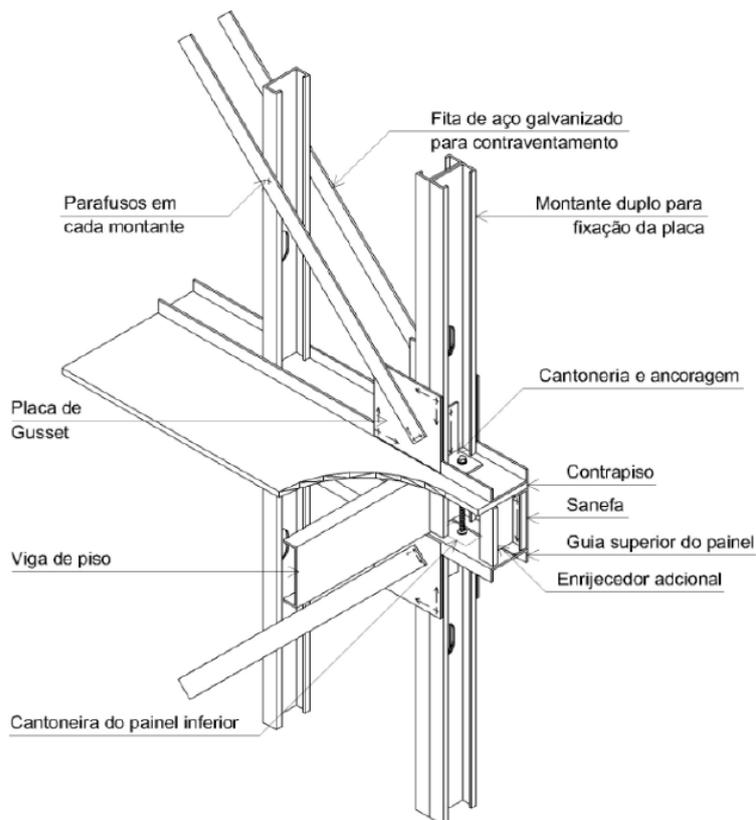
Para a fixação das chapas de contravento, tanto no painel térreo como nos andares superiores, é utilizado uma placa de aço galvanizado, sendo ancorada nos montantes duplos.

Figura nº 24. Exemplo da fixação dos contraventamentos no pavimento térreo.



Fonte: CRASTO, 2005.

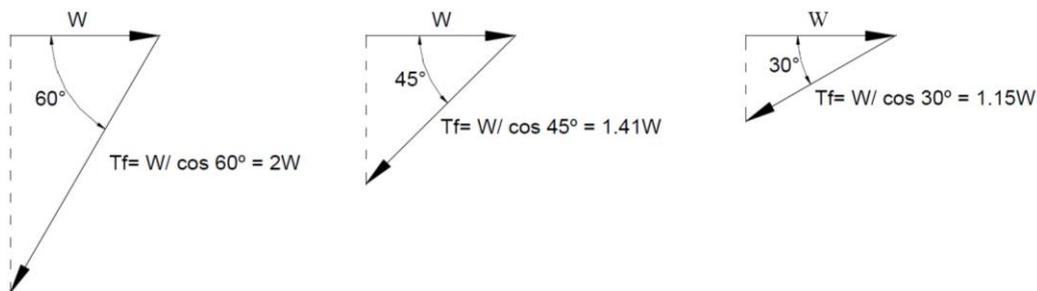
Figura nº 25. Exemplo da fixação dos contraventamentos no pavimento superior.



Fonte: CRASTO, 2005.

Conforme ConsulSteel (2002), o perfil do contraventamento deve estar dimensionada de acordo a tensão de tração, que é resultante da decomposição da carga horizontal atuante (W) na direção da diagonal, além disso, o ângulo deverá estar entre 30° e 60° , pois à medida que o ângulo aumenta, paralelamente a tração aumenta.

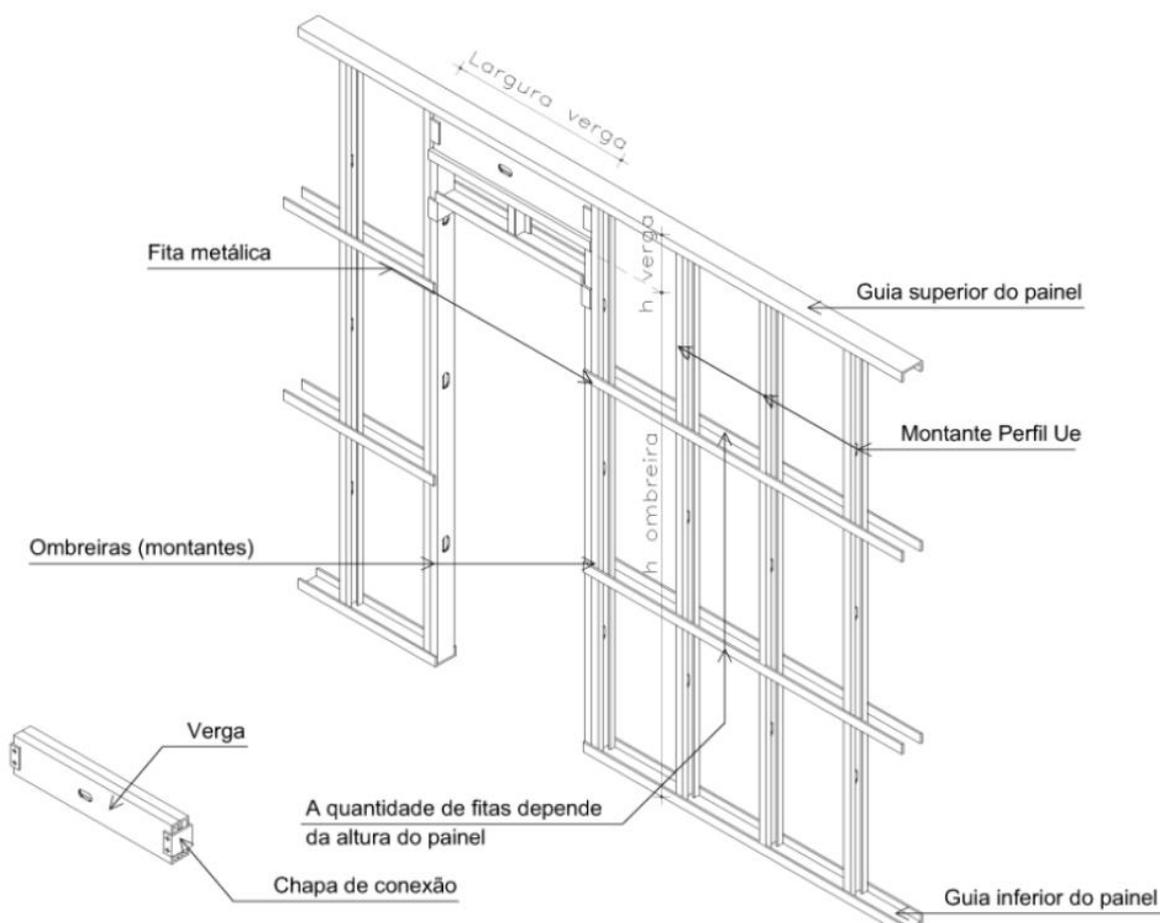
Figura nº 26. Exemplo dos ângulos utilizados nos perfis de contraventamento.



Fonte: CONSULSTEEL, 2002.

Para a estabilização da estrutura e, assim, aumentar a resistência do painel estrutural contra os esforços e, com isso, havendo a melhor distribuição das cargas, são colocados entre os perfis verticais, “Ue” e/ou “U”, conhecidos como Bloqueadores ou Fitas Metálicas. Variam de acordo com a altura do painel, desse modo, formam o sistema de travamento horizontal.⁴¹

Figura nº 27. Exemplo do sistema de travamento horizontal.



Fonte: CRASTO, 2005.

Outro material que pode ser utilizado para a estabilização da estrutura, conhecido como Diafragma Rígido, são as Placas de OSB⁴², além possuírem a função de fechamento, quando instaladas conforme Pereira Junior (2004).

⁴¹ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

⁴² Definição de placas OSB em 3.2.2.5 Placas OSB, p. 56.

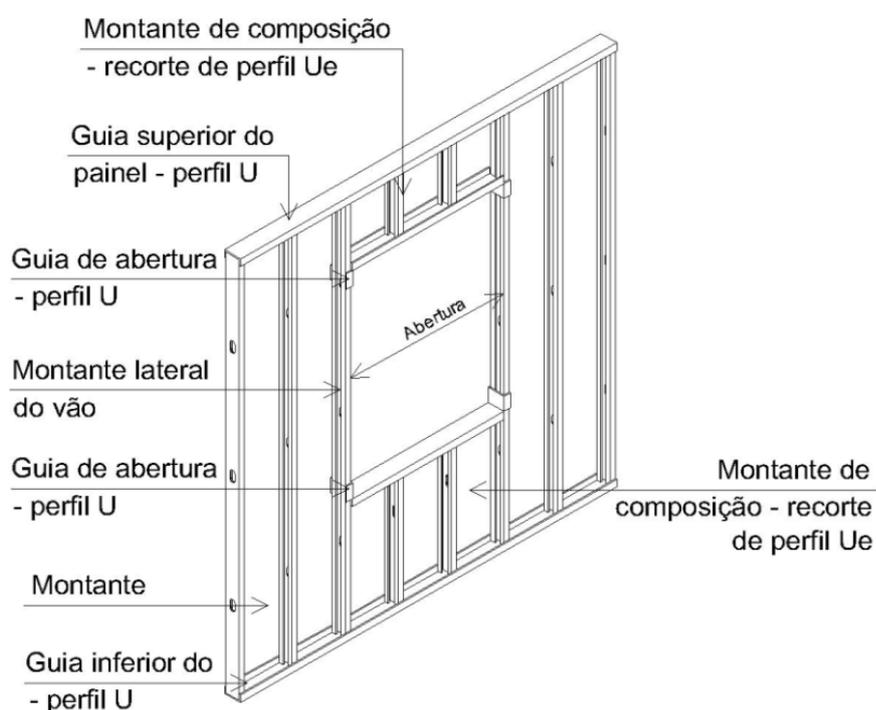
- Configuração dos painéis (quantidade e tamanho das aberturas, altura e largura do painel);
- Capacidade resistente dos montantes que formam o painel;
- Tipo, quantidade e separação dos parafusos de fixação da placa à estrutura;
- Resistência e espessura da placa utilizada.

Além disso, o funcionamento das placas como Diafragma Rígido, pode ser verificado por meio de testes com programas computacionais.⁴³

Para os painéis não-estruturais, a montagem segue a dos painéis estruturais ou autoportantes, porém com menos elementos, já que sua função é apenas suportar o peso dos próprios elementos.

Utilizados tanto no exterior quanto no interior, os painéis podem possuir perfis com espessuras menores. Outro fato, é que em aberturas, não há a necessidade de vergas e ombreiras, pois as cargas verticais são inexistentes.⁴⁴

Figura nº 28. Exemplo do painel não estrutural.



Fonte: CRASTO, 2005.

⁴³ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing.** Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

⁴⁴ *Idem, Ibidem.*

3.2.2.4 Fechamentos e Acabamentos

Caracterizado pelo uso de materiais leves e com o uso de sistemas racionalizados, esses elementos promovem a industrialização, e com isso medidas pré-estabelecidas. Além disso, os materiais utilizados possuem o conceito de construção seca, ou seja, com a redução ou a exclusão de etapas na construção com o uso de argamassa.⁴⁵

Existem diversos tipos de fechamentos, como os metálicos, “*siding*” vinílico, porém no Brasil, por terem semelhança com os acabamentos existentes, os principais materiais utilizados são as placas OSB, *drywall* (gesso acartonado) e as placas cimentícias.⁴⁶

De acordo com a ISO 6241:1984, todos os elementos utilizados devem seguir os seguintes requisitos, para que proporcionem qualidade e habitualidade da edificação.⁴⁷

- Segurança estrutural;
- Segurança ao fogo;
- Estanqueidade;
- Conforto termo-acústico;
- Conforto visual;
- Adaptabilidade ao uso;
- Higiene;
- Durabilidade;
- Economia.

3.2.2.5 Placas OSB

As placas OSB são compostas por partículas de madeira prensadas, em alta temperatura com o uso de resinas para a aderência entre os materiais, possuindo

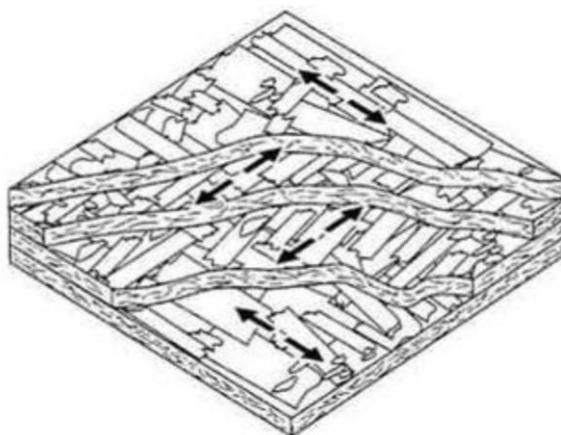
⁴⁵ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, *steel framing***: arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br>>. Acesso em: maio 2018.

⁴⁶ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: *light steel framing***. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

⁴⁷ *Idem, Ibidem.*

três a cinco camadas de filamentos de madeira dispostas aleatoriamente e perpendicularmente, dessa maneira, garantindo maior resistência em direções longitudinais e transversais, por isso a sua sigla corresponde à *Oriented Strand Board*.⁴⁸

Figura nº 29. Camadas das placas OSB.



Fonte: PORTAL DA MADEIRA, s.d.

No Brasil, as placas são feitas com quatro camadas, conforme a figura abaixo. De acordo com Rego (2016, p. 17) as dimensões para as chapas de OSB usadas no sistema LSF são “1,2 m de largura, entre 2,4 e 3,0 m de comprimento e com espessuras de 6,0 mm, 9,0 mm, 12,0 mm, 15,0 mm e 18,0 mm.” Além disso, quando são utilizadas as distâncias dos perfis 0,4 ou 0,6 m, permitem maior eficiência.

Quadro nº 4. Dimensões e aplicações das placas OSB.

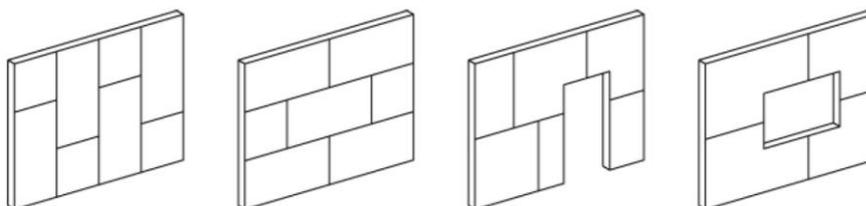
Espessura (mm)	Dimensão (m)	Peso por placa (kg)	Aplicação
9,5	1,2x2,4	17,5	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 40 cm
	1,2x3	21,9	
11,1	1,2x2,4	20,4	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 60 cm
	1,2x3	25,6	
15,1	1,2x2,4	27,8	Paredes com perfis espaçados a no máximo 60 cm e telhados no máximo 80 cm Pisos e lajes secas com perfis espaçados a no máximo 40 cm

⁴⁸ Cf. a respeito: REGO, Diogo José Martins. **Estruturas de edifícios em *light steel framing***. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2012. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/.../MScThesis%20Diogo%20Rego.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

18,3	15,1	1,2x2,4	Pisos e lajes secas com perfis espaçados a no máximo 60 cm
------	------	---------	--

Fonte: LP BULDING PRODUCTS, s.d. Editado pela autora.

Figura nº 30. Maneiras de aplicações das placas OSB.



Fonte: SANTIAGO, 2008.

Por possuir versatilidade, alta resistência e baixo peso, as placas em OSB, podem ser utilizadas tanto fechamento externo quanto interno, ademais, podem estar presentes em forros para telhados, pisos, empacotamento, divisórias, decks, plataformas e para o uso de mobiliário.⁴⁹

Figura nº 31. Placa OSB.



Fonte: GYPCENTER, s.d.

Quando são aplicadas em fechamentos verticais (paredes), recebem um acabamento em placa cimentícias, “siding” vinílico e em madeira, sendo esses dois últimos, mais comum em construções norte americanas. Mesmo possuindo o

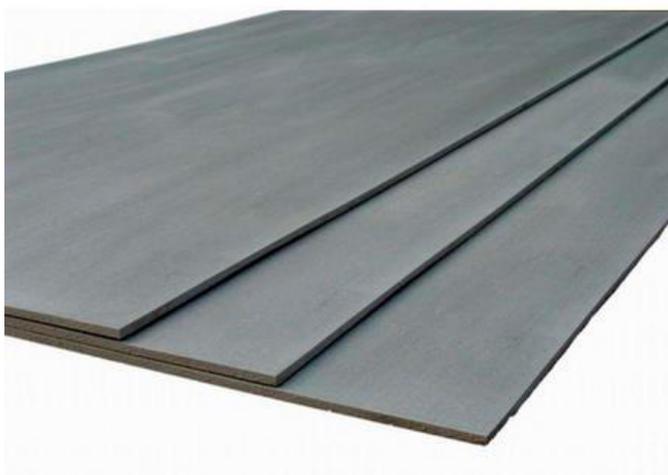
⁴⁹ Cf. a respeito: REGO, Diogo José Martins. **Estruturas de edifícios em *light steel framing***. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2012. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/.../MScThesis%20Diogo%20Rego.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

acabamento em outros materiais, antes do acabamento, as placas devem ser protegidas por uma manta ou membrana de polietileno de alta densidade.⁵⁰

3.2.2.6 Placas Cimentícias

Podendo ser usadas tanto como no acabamento externo e interno, as placas são fabricadas por meio de formas, semelhante com a tecnologia construtiva do concreto pré-moldado. Na fabricação são utilizados a tecnologia CRFS (Cimento Reforçado com Fios Sintéticos), que são produzidas a partir de uma mistura homogênea de cimento *Portland*, agregados naturais de celulose e reforço com fios sintéticos de polipropileno.⁵¹

Figura nº 32. Placa cimentícia.



Fonte: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL, s.d.

Quadro nº 5. Dimensões e aplicações das placas cimentícias.

Espessura (mm)	Dimensão (m)	Peso/m ³	Aplicação
6 mm	2x1,2 2,4x1,2 3x1,2	10,2 kg	Divisórias leves, forros e dutos de ar condicionado
8 mm	2x1,2 2,4x1,2 3x1,2	13,6 kg	Paredes internas em áreas secas e úmidas, revestimentos de paredes comuns ou em subsolos

⁵⁰ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

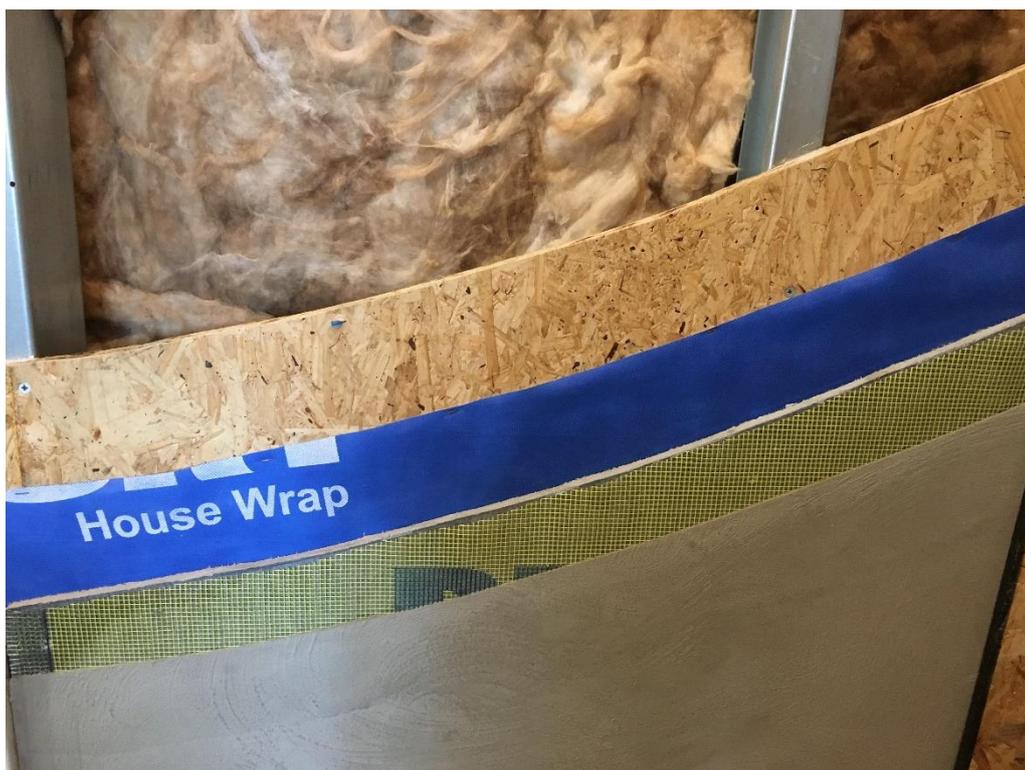
⁵¹ Cf. a respeito: BRASILIT. **Placa cimentícia BrasiPlac, catálogo técnico**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em: maio 2018.

10 mm	2x1,2 2,4x1,2 3x1,2	17,0 kg	Áreas secas e úmidas, internas e externas. Ideais no fechamento vertical e isolamentos termo-acústico
12 mm	2,4x1,2 3x1,2	20,4 kg	Uso interno na compatibilização com o drywall ou em fechamentos internos ou externos que necessitem de mais espessura

Fonte: BRASILIT, 2014.

Recomendado o uso em áreas molhadas, substituindo o gesso acartonado. Seu layout de aplicação é semelhante à das placas OSB, pois se deve evitar o encontro de quatro placas (ver imagem que mostra o layout). Além disso devem apresentar no mínimo 3mm entre as placas, variando de acordo com cada fabricante.⁵²

Figura nº 33. Materiais utilizados quando aplicado a placa cimentícia sobre o OSB.



Fonte: da autora, 2018.

⁵² Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

Por possuir semelhança no acabamento com a alvenaria, é recomendado o uso de selantes, principalmente em áreas molhadas, outro ponto é a compatibilização com diversos tipos de revestimentos e pinturas utilizados no meio convencional.⁵³

3.2.2.7 Gesso Acartonado

Conhecido pelo termo *drywall* nos Estados Unidos, no Brasil, refere-se às placas de gesso acartonado. Diferente de outros países que o termo é utilizado para designar qualquer material de fechamento da construção seca.⁵⁴

Diferente dos materiais apresentados anteriormente, as placas de gesso acartonado, podem ser utilizadas apenas no interior como fechamento, sendo colocados nos painéis tanto estruturais quanto não-estruturais e, principalmente nas divisórias internas. Além disso, são usadas para o acabamento em forros.⁵⁵

De acordo com Crasto (2005), as placas de gesso acartonado são compostos por gesso, água e aditivos, sendo revestidos com chapas de cartão que variam conforme o seu uso. Possuem resistência à tração e flexão seguindo as normas NBR 14715:2001, NBR 14716:2001 e NBR 14717:2001.

Quadro nº 6. Tipos e aplicações das placas de gesso acartonado.

Tipo	Código	Aplicação
Standard	ST	Para aplicação em áreas secas
Resistente à Umidade	RU	Para aplicação em áreas sujeitas à umidade por tempo limitado de forma intermitente
Resistente ao Fogo	RF	Para aplicação em áreas secas, necessitando de um maior desempenho em relação ao fogo

Fonte: ABRAGESSO, 2006.

Assim como os materiais anteriores, o gesso acartonado possui aplicação e layout semelhante ao das placas OSB e cimentícias. Possuem tamanhos das placas, com dimensões segundo as normas, com comprimentos que variam de

⁵³ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

⁵⁴ *Idem, Ibidem.*

⁵⁵ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012.

1,8m a 3,6m, com a largura de 1,2m. E com espessuras que variam de 9,5mm, 12,5mm e 15mm.⁵⁶

Figura nº 34. Tipos de placas de gesso acartonado, sendo a vermelha (RF); Bege (ST); Verde (RU).



Fonte: ENGENHEIRO NO CANTEIRO, 2006.

3.2.2.8 Esquadrias

Semelhante a construção em alvenaria, a instalação de esquadrias segue os mesmos processos e materiais. Dependendo do projeto, a fixação pode ser diretamente na estrutura da casa, conseqüentemente não é necessário o uso de contramarco, gerando o uso de menos materiais e com isso, economia.⁵⁷

As esquadrias, assim como os painéis estruturais, podem vim montados de fábrica na estrutura, ou serem inseridos no canteiro de obra.⁵⁸

3.2.2.9 Isolamento Termoacústico

Tanto para o isolamento térmico quanto para o acústico, na maioria dos casos são utilizados os mesmos materiais, pois os mesmos possuem a capacidade de melhorar o conforto do ambiente.

⁵⁶ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012.

⁵⁷ Cf. a respeito: PREMONTA. **Etapa das esquadrias no sistema steel frame**. Disponível em: <<http://premonta.com.br/portfolio/esquadrias-no-sistema-steel-frame/>>. Acesso em: maio 2018.

⁵⁸ *Idem, Ibidem.*

“A solução mais adequada representa, portanto, um equilíbrio entre perdas e ganhos de calor, que variam conforme o tipo de edificação, as condições de ocupação, as características do clima local e os materiais empregados na construção.” Santiago; Freitas; Crasto (2012, p. 92).

Para que um ambiente proporcione as necessidades pretendidas é necessário levar as principais variáveis, as quais são: a arquitetura, o clima, a orientação solar, os materiais.⁵⁹ De acordo com Nakamura (2006), todos os elementos possuem propriedades acústicas, porém o que diferencia é a capacidade de absorção.

Desse modo, os materiais que são utilizados normalmente para isolar os ambientes tanto na acústica como na térmica são: a lã de vidro, lã de rocha, vermiculita, espuma elastomérica e a fibra de coco.⁶⁰

No sistema LSF, a aplicação acontece quando ocorre o fechamento de um lado dos painéis, pois é instalado entre os montantes. Usualmente são utilizados a lã de rocha ou a lã de vidro, pois ambas possuem características físicas semelhantes, além de possuírem a forma em manta, o que facilita a aplicação. Quando existem tubulações hidráulicas ou elétricas, na região é apenas feita um corte em um dos lados da lã, e envolvendo, pois, assim são colocadas em todos os espaços.⁶¹

Figura nº 35. Instalação de espumas acústicas nas paredes.



Fonte: ROMAN023_PHOTOGRAPHY, s.d.

⁵⁹ Cf. a respeito: CATAI, Rodrigo Eduardo; PENTEADO, André Padilha; DALBELLO, Paula Ferraretto. **Materiais técnicos e processos para isolamento acústico**. 2006. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT12032009181855.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

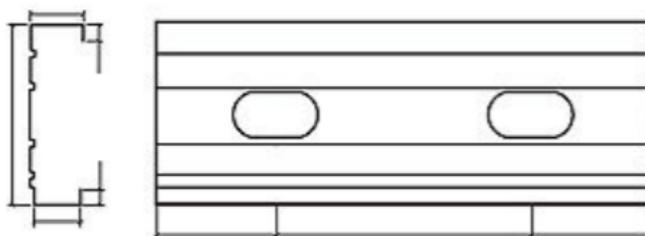
⁶⁰ *Idem, Ibidem*.

⁶¹ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

3.2.2.10 Instalações Elétricas e Hidráulicas

Diferente das edificações convencionais, as instalações elétricas e hidráulicas nas construções com LSF, por se tratar de um método racionalizado possui locais planejados para que se possam passar esses elementos, possuindo apenas semelhança nos materiais utilizados.⁶²

Figura nº 36. Exemplo em vista, corte da abertura para a passagem de conduítes nos perfis.



Fonte: TERNI; SANTIAGO; PIANHERI. 2009.

A passagem de conduítes pelos perfis são normatizados pela NBR 15253:2005, destaca que a distância entre os furos devem estar entre 600mm, e nos extremos do perfil deve estar a 300mm. Quando for necessário realizar uma abertura nos perfis, quando necessário, o mesmo deverá ser reforçado com chapas de aço galvanizado, de acordo com a necessidade estrutural.⁶³

Figura nº 37. Passagem de conduítes nos perfis.

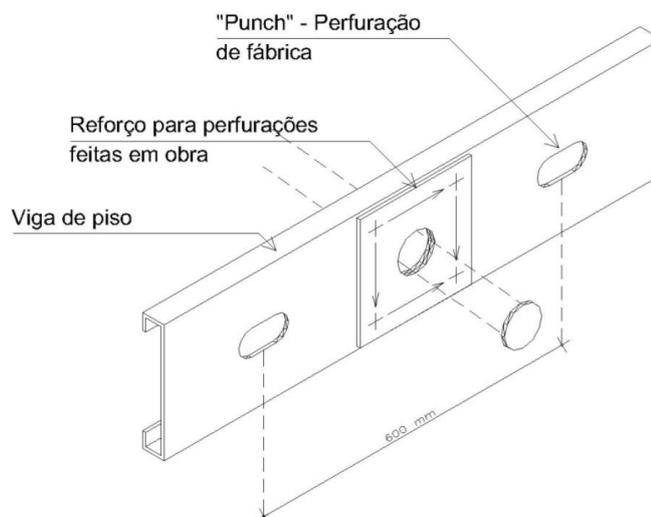


Fonte: da autora, 2018.

⁶² Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural.** Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2248>>. Acesso em: maio 2018.

⁶³ Cf. a respeito: TERNI, Antonio Wanderley; SANTIAGO, Alexandre Kokke; PIANHERI, José. **Casa de steel frame - instalações (parte 4).** 2009. Disponível em: <http://pienge.com.br/assets/revista-techne_instalacoes.pdf>. Acesso em: maio 2018.

Figura nº 38. Exemplo do reforço para perfurações executadas na obra.



Fonte: CRASTO, 2005.

Recomenda a instalação, após os processos da estrutura em *Light Steel Framing* esteja executada, assim como o telhado e os revestimentos externos, deste modo, contribuindo para que não ocorra riscos na instalação. Vale ressaltar que parte das instalações estão presentes na laje do piso térreo, sendo projetadas e realizadas na etapa de fundação.⁶⁴

Figura nº 39. Exemplo da tubulação na etapa de fundação.



Fonte: SAYEGH, 2013.

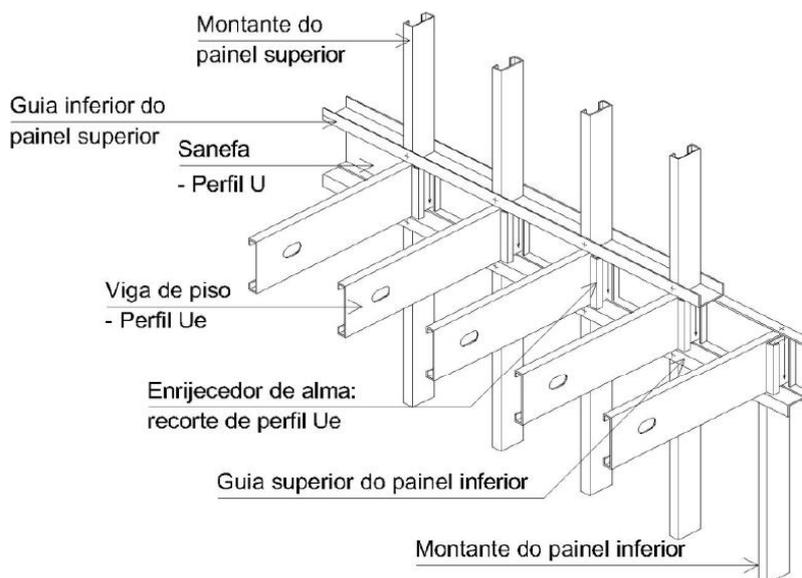
⁶⁴ Cf. a respeito: TERNI, Antonio Wanderley; SANTIAGO, Alexandre Kokke; PIANHERI, José. **Casa de steel frame - instalações (parte 4)**. 2009. Disponível em: <http://pienge.com.br/assets/revista-techne_instalacoes.pdf>. Acesso em: maio 2018.

Por não haver a necessidade quebrar ou remover elementos para a instalação, este método permite a rápida execução, além de permitir a facilidade em caso de manutenção, pois ao remover a placa a mesma pode ser reutilizada, assim não sendo necessário a substituição. Dessa maneira, segundo Terni, Santiago e Pianheri (2009, p. 6), “Sendo um sistema racionalizado, a discriminação do material empregado é feita no projeto e, portanto, a perda ou desperdício é praticamente nulo”.

3.2.2.11 Lajes

Semelhante aos painéis verticais da estrutura em LSF, as estruturas das lajes são compostas por perfis de aço galvanizado, com a distribuição de acordo as cargas existentes em cada projeto, sendo que em grande parte dos casos possuem a mesma distribuição para os painéis, lajes e telhados.⁶⁵

Figura nº 40. Exemplo esquemático da laje em LSF.

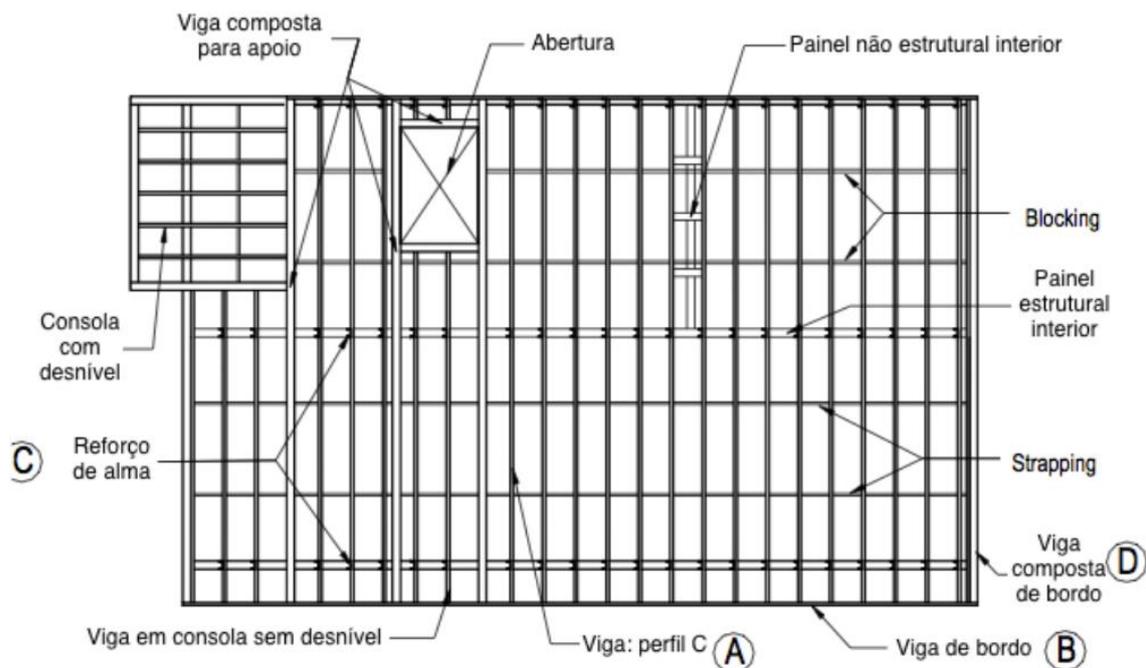


Fonte: CRASTO, 2005.

⁶⁵ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

A composição de cada tipo de laje, varia de acordo com o uso do ambiente que está localizado o piso, por isso, existem dois tipos de fechamentos para a laje, sendo a seca e a úmida.⁶⁶

Figura nº 41. Vista superior da laje em LSF.



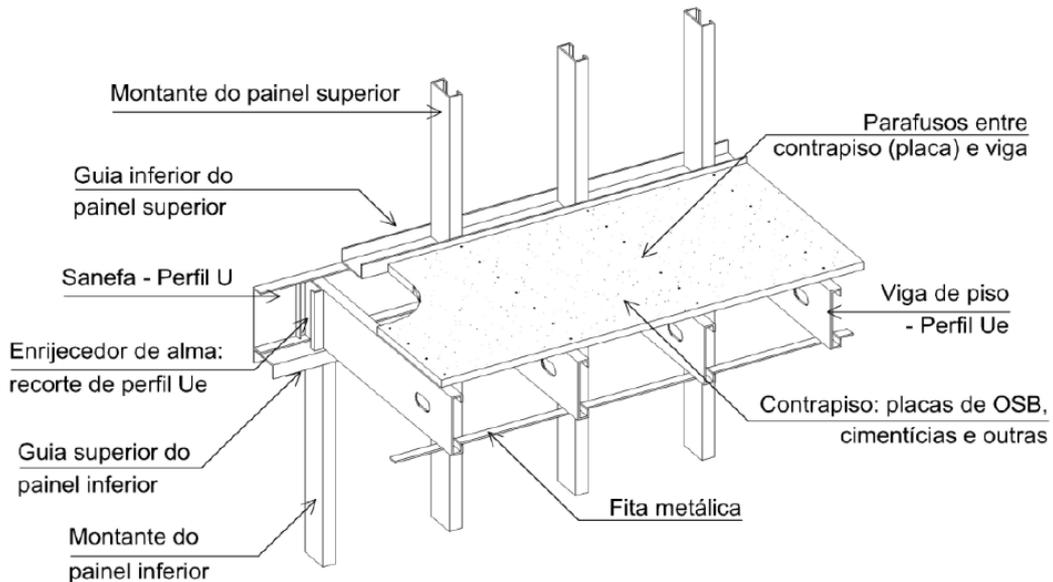
Fonte: REGO, 2016, p. 41.

Para a laje seca, são utilizadas as placas OSB e/ou cimentícias, que são fixadas nos perfis da estrutura do piso com o uso de parafusos. As placas OSB, são recomendadas para o uso em áreas que não possuam umidade elevada, como banheiros e cozinhas. A espessura mais comum é a de 18mm, pois apresentam características estruturais que contribuem na melhor distribuição das cargas, além de ser leves e fácil instalação. Para as áreas molhadas, é recomendado o uso de placas cimentícias contínuas, por possuir maior resistência a umidade, porém é necessário estar sobrepostas nas placas de OSB, pois o material não possui resistência a flexão.⁶⁷

⁶⁶ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2248>>. Acesso em: maio 2018.

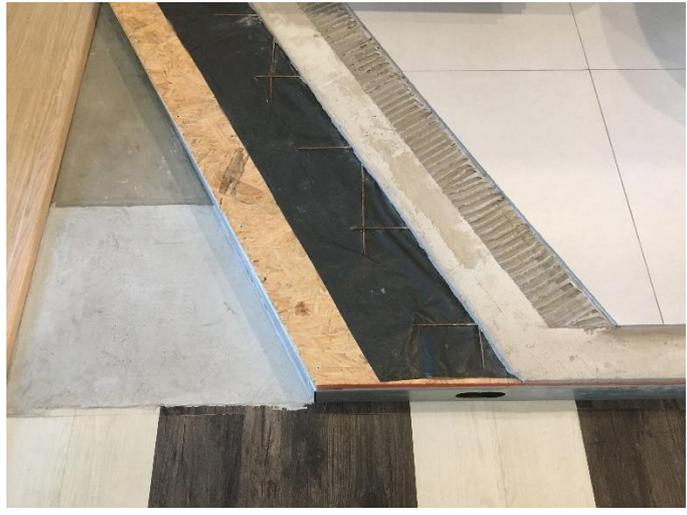
⁶⁷ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing**: arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br>>. Acesso em: maio 2018.

Figura nº 42. Exemplo esquemático da laje seca com o uso de placas OSB.



Fonte: CRASTO, 2005.

Figura nº 43. Exemplo das camadas na laje seca em áreas úmidas.

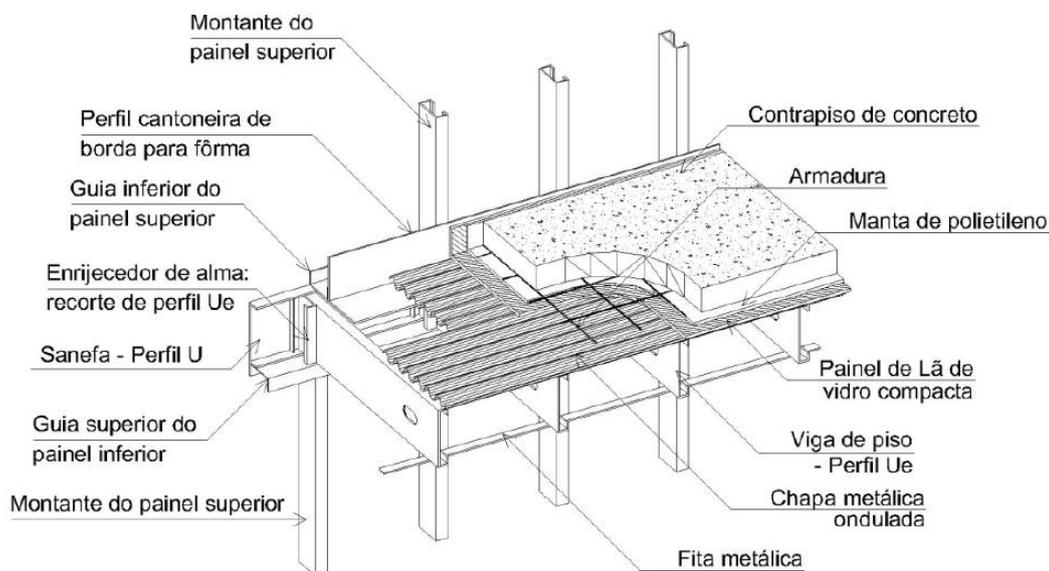


Fonte: da autora, 2018.

Para a laje úmida, são aplicadas as chapas de aço ondulado sobre os perfis galvanizados. Com as chapas colocadas, sobre elas é colocado uma manta de polietileno com uma armadura de ferro, uma vez que é disposto concreto com espessura de 4 a 6 cm, por isso, é utilizado para que não haja fissuras. Desse modo, as chapas onduladas servem como fôrma fixa. Após esse processo, o concreto serve como contra piso, podendo receber diversos materiais para o acabamento do piso. Este tipo de laje demanda maior reforço na estrutura de aço

em comparação com a laje seca, pois os materiais utilizados possuem maior peso.⁶⁸

Figura nº 44. Exemplo esquemático da laje úmida com o uso de chapas onduladas e concreto.



Fonte: CRASTO, 2005.

3.2.2.12 Cobertura

Com o sistema em LSF, permite diversos tipos de coberturas, sendo elas as inclinadas semelhantes ao telhado convencional de madeira, que podem ser usados qualquer tipo de telha, e a plana que realizada com a laje úmida impermeabilizada.⁶⁹

Para a laje inclinada, a estrutura é composta por tesouras e caibros, feitos com os perfis de aço galvanizados, que são dispostos, de modo que a alma dos montantes dos painéis esteja alinhada conforme a estrutura do telhado, desse modo, permitindo a transmissão de cargas seja axial. Quando não é possível o

⁶⁸ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing:** arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br>>. Acesso em: maio 2018.

⁶⁹ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing.** Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

alinhamento, deve-se utilizar uma viga composta, com o intuito de reforçar e assim melhor distribuir as cargas.⁷⁰

Dependendo da escolha do tipo de telha, sobre as tesouras pode ser utilizado caibros e vigas, possuindo o espaçamento de acordo com a telha optada, pois cada uma apresenta sua característica, podendo ser utilizadas telhas cerâmicas, cimentícias, de fibrocimento, entre outros similares.⁷¹

Figura nº 45. Exemplo de telhado em *Light Steel Framing*, com caibros e vigas.



Fonte: STOCKDUAÇO, 2018.

Quando o telhado é composto por telha *shingle*, por possuir características que se assemelham à uma manta, é necessário também que a estrutura seja composta de tesouras, caibros e vigas, porém é necessário entre a estrutura e a telha, ser colocado sobre estrutura de perfis de aço galvanizados, as placas OSB que servem como base para serem dispostas a subcobertura e depois a telha *shingle*.⁷²

⁷⁰ Cf. a respeito: SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing**: arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br>>. Acesso em: maio 2018.

⁷¹ *Idem, Ibidem.*

⁷² Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

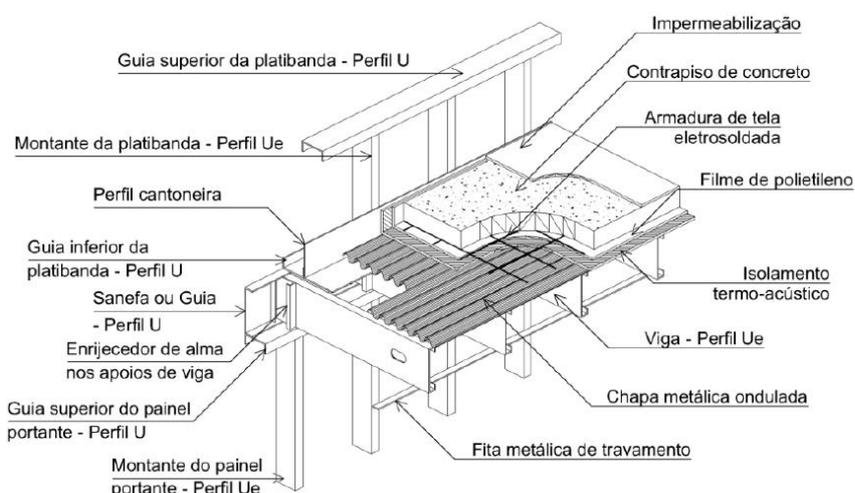
Figura nº 46. Exemplo de telhado em telha shingle.



Fonte: SAINT-GOBAIN, 2017. Editado pela autora.

Para coberturas planas, utiliza-se a laje úmida, tendo o processo semelhante, desse modo, possuindo apenas na última etapa, uma camada de impermeabilizante. Vale ressaltar que assim como o telhado com estrutura metálica, ambas devem possuir cálculo estrutural, conforme o projeto.⁷³

Figura nº 47. Exemplo de cobertura plana.



Fonte: CRASTO, 2005.

Desse modo, por meio dos materiais, processos construtivos, é possível compreender como a tecnologia em LSF, permite a flexibilidade, rapidez na

⁷³ Cf. a respeito: CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

construção de projetos que exigem todos esses fatores, assim sobressaindo dos demais métodos construtivos.

3.3 Análise de referências

3.3.1 Refúgio São Chico

3.3.1.1 Descrição da edificação

Localizada na cidade de São Francisco de Paula, região serrana do estado do Rio Grande do Sul, por volta de 100Km da capital do estado, Porto Alegre. Por estar situada em um local com vestígios da Mata Atlântica e da Floresta de Araucárias, a casa é imersa pela natureza tornando um local de tranquilidade para uma residência que foi projetada para ser um refúgio nos finais de semana.⁷⁴

Figura nº 48. Vista da Casa Refúgio São Chico.



Fonte: ARCHDAILY, 2011.

⁷⁴ Cf. a respeito: MAPA. **Refúgio São Chico**. 2006. Disponível em: <<http://mapaarq.com/rsc-refugio-sao-chico-2006>>. Acesso em: maio 2018.

Projeto realizado pelo arquiteto Luciano Andrades, do Studio Paralelo, a obra pôde aliar a natureza com a leveza da estrutura que está elevada sobre a topografia quase inalterada, tendo sobre ela, a adição de duas caixas com revestimentos distintos, mas que ao se transpassarem tornam-se um elemento que se dissolve no meio.⁷⁵

De acordo com o proprietário, Robson Langhammer, “meu objetivo era criar um espaço que possibilitasse a integração do meio interno com o meio externo, com conforto para todos, aliado a um desenho contemporâneo”.⁷⁶

Figura nº 49. Perspectiva da edificação.



Fonte: ARCHDAILY, 2011.

3.3.1.2 Ficha técnica

Arquiteto: Studio Paralelo - Luciano Andrades

⁷⁵ Cf. a respeito: ARCHDAILY. **Refúgio São Chico / Studio Paralelo**. Gica Fernandes. 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-5687/refugio-sao-chico-studio-paralelo>>. Acesso em: maio 2018.

⁷⁶ Cf. a respeito: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Casa em steel frame: Refúgio São Chico**. Disponível em: <http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1337>. Acesso em: maio 2018.

Localização: São Francisco de Paula, RS, Brasil

Ano: 2007

Área construída: 82 m²

Área do terreno: 1610 m²

Tipo de projeto: Residencial

Status: Construído

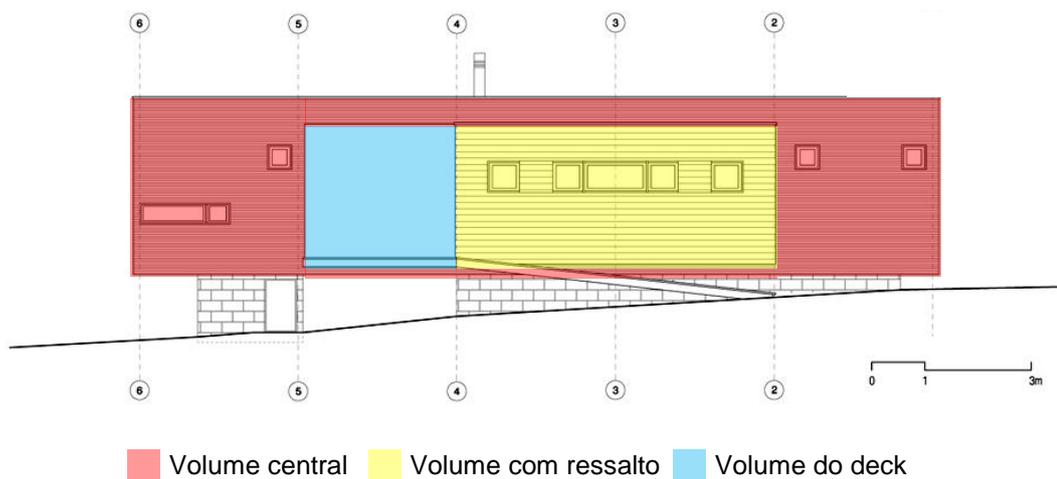
Materialidade: Madeira, metal e placas de OSB e de gesso acartonado.

Estrutura: Metal e concreto

Implantação no terreno: Isolado

3.3.1.3 Análise da forma

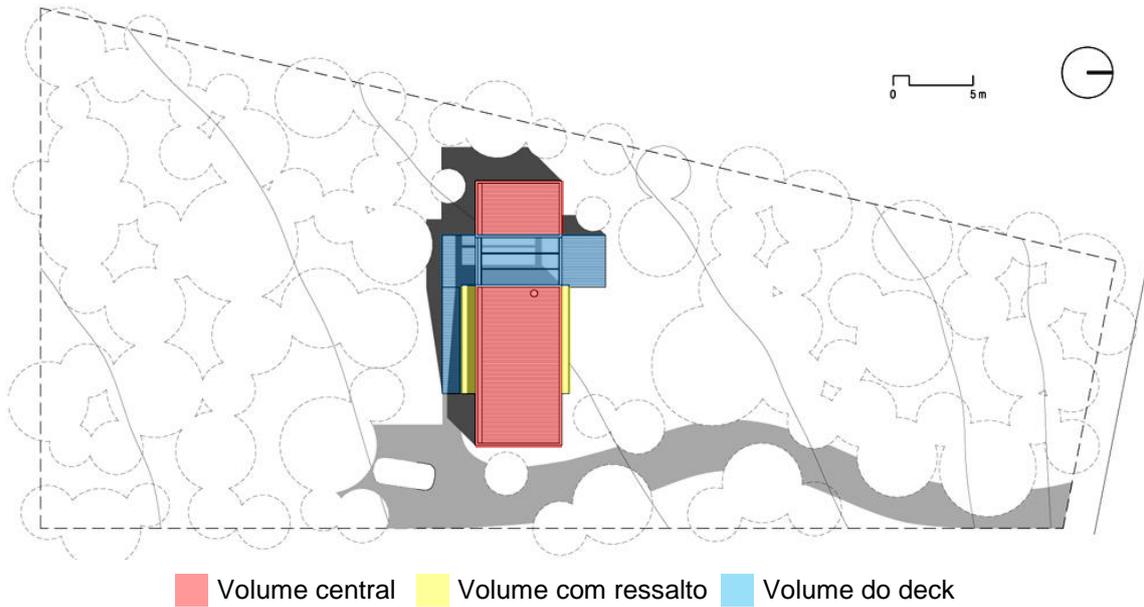
Figura nº 50. Volumetria na fachada sul.



Fonte: ARCHDAILY, 2011. Editado pela autora.

Localizado na região central do terreno com as divisas irregulares e cercado pela vegetação, conforme a figura nº 50 e figura nº 51, a casa possui um volume central (em vermelho) com acabamento metálico tendo duas adições de ambos os lados, sendo que um é um leve ressalto com o acabamento em madeira (em amarelo), e o outro é o deck (em azul) que une todos os elementos e ambientes. Em vista disso, nota-se que a forma geradora é linear, com um eixo central, com a adição de elementos em ambos os lados.

Figura nº 51. Volumes existentes.



Fonte: ARCHDAILY, 2011. Editado pela autora.

Figura nº 52. Deck que unem as duas formas.

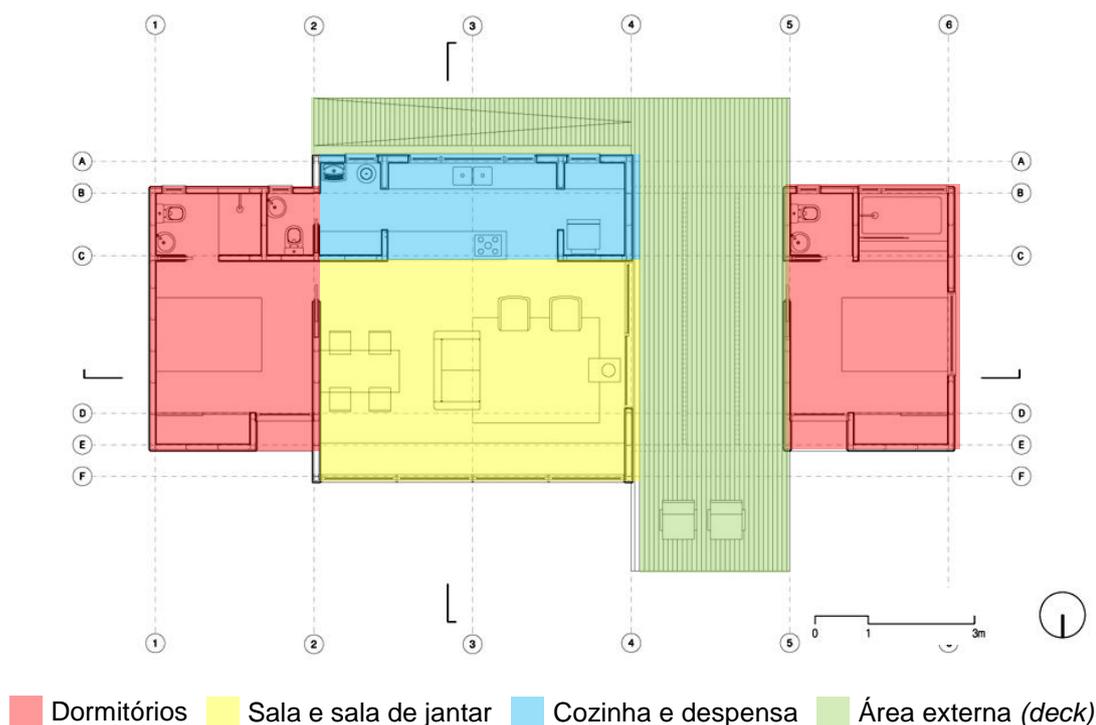


Fonte: ARCHDAILY, 2011.

3.3.1.4 Análise da função

De acordo com a figura nº 53, a casa Refúgio São Chico, possui os ambientes privados localizados nas extremidades, sendo dois quartos, com um banheiro em cada um. Desse modo a parte central é destinada aos ambientes sociais como a cozinha, despensa (ambas em azul), sala e sala de jantar (em amarelo). A área externa que é composta por um *deck* (em verde), que faz a ligação de uma parte da casa, com um dos dormitórios (em vermelho), além do acesso da casa ser por esse ambiente.

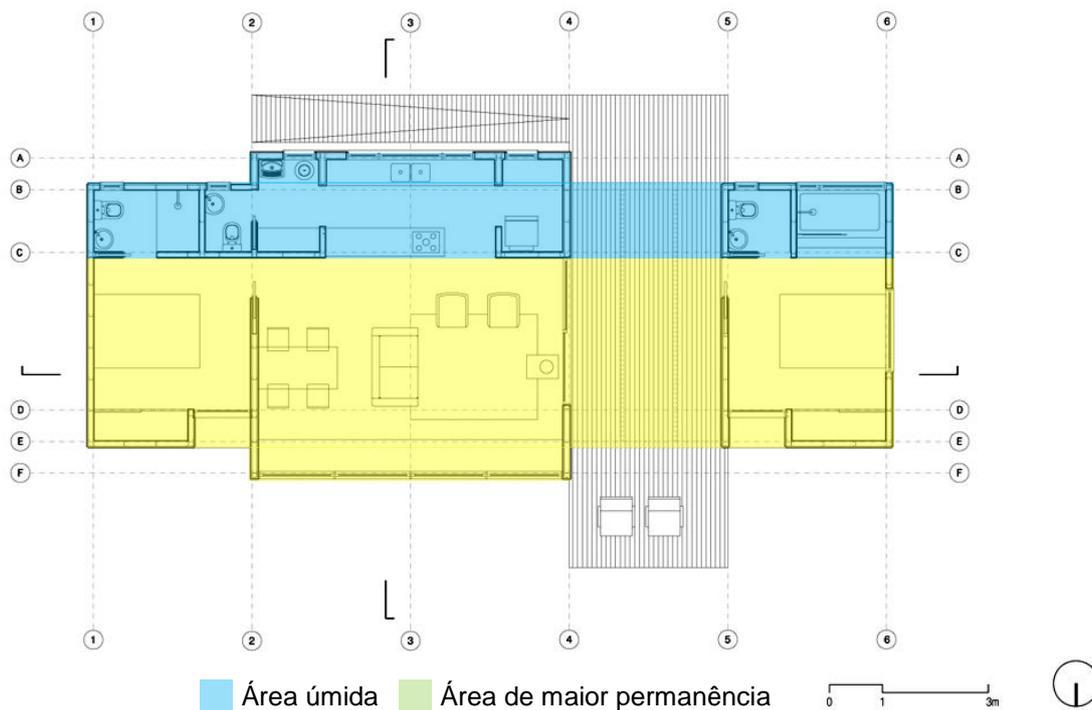
Figura nº 53. Análise da função na planta, sendo em amarelo a área social, em azul a área úmida, em verde área de circulação e em vermelho área privada.



Fonte: ARCHDAILY, 2011. Editado pela autora.

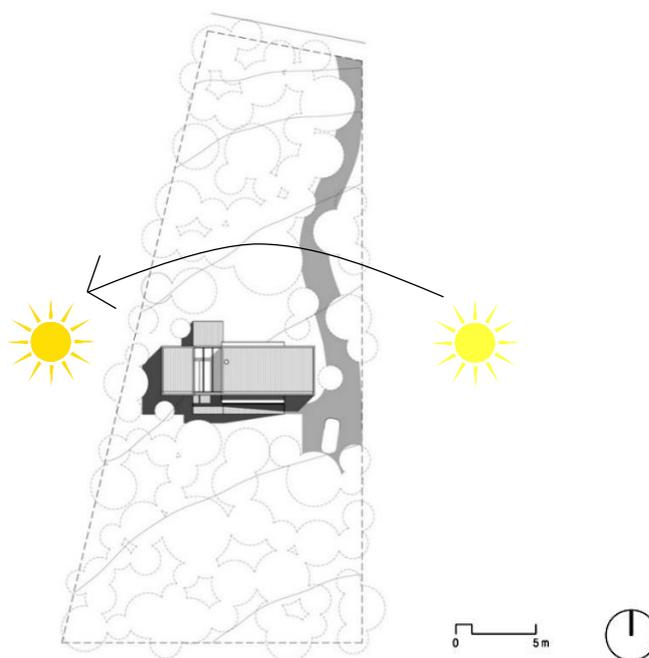
Segundo a figura nº 54, as instalações hidráulicas, estão localizadas em um eixo que com esta decisão projetual, permitindo a compatibilização e economia dos materiais (em azul). Enquanto a outra parte em paralelo torna-se local de maior permanência (amarelo).

Figura nº 54. Análise dos setores de ambientes húmidos e de maior permanência.



Fonte: ARCHDAILY, 2011. Editado pela autora.

Figura nº 55. Orientação solar.



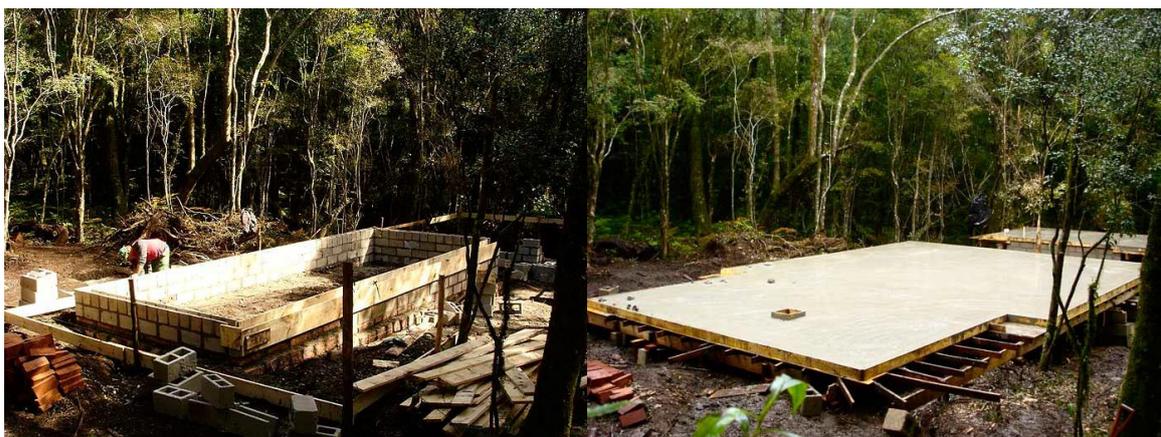
Fonte: ARCHDAILY, 2011. Editado pela autora.

Por estar localizada no hemisfério sul, a fachada norte é a que recebe a maior insolação diária, enquanto a fachada sul recebe a menor parte, sendo que no inverno a incidência ocorre apenas no início e no final do dia. Para a fachada leste, a luz solar ocorre no período da manhã e com menor incidência, em comparação à fachada oeste, pois a mesma, recebe insolação no período da tarde e em maior grau. Desse modo, apesar da casa estar rodeada de árvores, houve a preocupação em manter os ambientes de uso transitório na fachada sul, e os de uso contínuo na fachada norte, garantindo ao máximo a iluminação natural.⁷⁷

3.3.1.5 Análise da tecnologia

Realizada com a fundação e base em blocos de concreto, a laje sobreposta foi concebida em concreto armado. Todo esse processo durou cinco dias, somados mais 20 dias para a cura do concreto.⁷⁸

Figura nº 56. Base em bloco de concreto à esquerda, laje em concreto armado à direita.



Fonte: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL, s.d. Editado pela autora.

Para a estrutura foi utilizado o *Light Steel Framing*, pelo método por Painéis, com fechamento vertical em placas de OSB e com chapas metálicas, conhecidas também como telhas metálicas, na qual foi aplicado na cobertura da casa.

⁷⁷ Cf. a respeito: PEREZ, MARIA ALEJANDRA RICO. MOTTA, ANA LÚCIA TORRES SEROA DA. **Estudo de insolação para tomada de decisões projetuais em fachadas verdes**. 2016. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_121.pdf>. Acesso em: maio 2018.

⁷⁸ Cf. a respeito: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Casa em steel frame**: Refúgio São Chico. Disponível em: <http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1337>. Acesso em: maio 2018.

Para o acabamento vertical exterior e para o *deck*, utilizou-se madeira de *pinus*.⁷⁹

Figura nº 57. Aplicação da estrutura em LSF com placas OSB pelo método de painéis.



Fonte: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL, s.d.

Figura nº 58. Colocação dos acabamentos na área externa da casa.



Fonte: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL, s.d.

Na área interna, os acabamentos são em gesso acartonado nos ambientes

⁷⁹ Cf. a respeito: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Casa em steel frame:** Refúgio São Chico. Disponível em: <http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1337>. Acesso em: maio 2018.

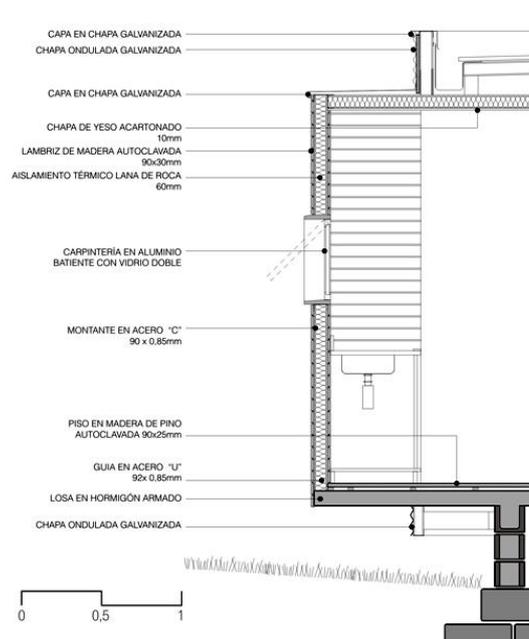
privados e no teto, enquanto nos ambientes sociais foram utilizados madeira de pinos autoclavado nas paredes e no piso.⁸⁰

Figura nº 59. Acabamentos na área social.



Fonte: ARCHDAILY, 2011.

Figura nº 60. Detalhamento dos materiais utilizados.



Fonte: ARCHDAILY, 2011.

⁸⁰ Cf. a respeito: PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL. Casa em steel frame: Refúgio São Chico. Disponível em: <http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1337>. Acesso em: maio 2018.

3.3.2 Casa Chassi

3.3.2.1 Descrição da edificação

Vencedor na categoria de arquitetura, do prêmio Bim.Bon, Senai 2015, promovido pela Hometeka, o projeto foi inspirado na indústria automobilística e, de arquitetos do início do século passado, como Le Corbusier, Jean Prouvé e Walter Gropius. A Casa Chassi, possui características semelhantes a dos automóveis, pois é possível criar diversas tipologias de acordo com a necessidade de cada cliente.⁸¹

Figura nº 61. Perspectiva dos modelos da Casa Chassi.



Fonte: HOMETEKKA, 2015.

O sistema funciona com uma estrutura básica (o chassi), composto por diversos modelos de módulos que podem ser escolhidos, personalizados e unidos no canteiro de obras, visto que a maioria do processo de construção é realizado na indústria. Deste modo, são levados ao local de implantação e tornam necessário apenas a união dos blocos e a finalização.⁸²

3.3.2.2 Ficha técnica

Arquitetos: Bernardo Horta e Pedro Haruf

Localização: Independente

Ano: 2015

Área de cada módulo: 27 m²

Área do terreno: 100 m² aproximadamente no mínimo

Tipo de projeto: Residencial

⁸¹ Cf. a respeito: HORTA, Bernardo. **Casa Chassi**. 2015. Disponível em: <<http://bernardohorta.com.br/Casa-Chassi>>. Acesso em: maio 2018.

⁸² Cf. a respeito: HOMETEKKA. **Casa Chassi**. 2015. Disponível em: <<http://portfolio.bimbon.com.br/casachassi>>. Acesso em: maio 2018.

Status: Independente

Materialidade: Metal e placas de OSB, cimentícia e de gesso acartonado

Estrutura: Metal

Implantação no terreno: Isolado ou em conjunto

3.3.2.3 Análise da forma

O projeto é composto por módulos retangulares de 9 x 3 metros de cada lado, tendo como pé direito mais alto que os módulos de container que são de 2,591m no *dry standard*⁸³ e 2,896m no *dry high cube*⁸⁴. Por isso, o conforto térmico possui maior eficiência em comparação aos containers, pois são mais largos e altos.⁸⁵

Foram desenvolvidos 16 tipos de módulos, divididos em categorias de quatro modelos de cozinhas, quatro modelos de salas de estar, na qual duas são acompanhadas de banheiros, quatro modelos de quartos, sendo duas com opções de banheiros e três com dois quartos e ambientes denominados de serviços especiais, podendo ser compostos por escadas, para a criação de pisos superiores e ambientes como escritório.⁸⁶

Figura nº 62. Os 16 tipos de módulos desenvolvidos.



Fonte: HOMETEKA, 2015.

⁸³ *dry standard* são contêineres que transportam alimentos, carros, móveis e roupas. Sua estrutura é fechada, possuindo uma porta em uma das extremidades menores (GOI, 2017).

⁸⁴ *dry high cube* semelhante ao container *dry standard*, diferenciado pela altura que é 0,305m (*Idem, Ibdem*).

⁸⁵ Cf. a respeito: SPINELLI, Ana. **A Casa Chassi**. 2016. Disponível em: <<http://arquitetesusasideias.com.br/2016/09/20/a-casa-chassi/>>. Acesso em: maio 2018.

⁸⁶ Cf. a respeito: HORTA, Bernardo. **Casa Chassi**. 2015. Disponível em: <<http://bernardohorta.com.br/Casa-Chassi>>. Acesso em: maio 2018.

Por ser uma composição por módulos, a forma final pode ser variável, portanto, neste caso, havendo diversas formas geradoras. Cada módulo desenvolvido, possui um sistema de união que, uma vez que os módulos das cozinhas e dormitórios, estarão nos extremos da casa, pois nota-se a presença de parede em apenas um dos lados da edificação, enquanto a sala possuindo abertura para ambos os lados, presente na área central. Desse modo, uma das configurações possíveis para a Casa Chassi, segue a sequência cozinha, sala e dormitórios, ou vice-versa. Outro volume final possível, é quando são utilizados os módulos de serviços especiais, que permitem a ampliação para pisos superiores, deste modo, a composição final partira de um eixo linear, dispostos por adição de volumes no entorno.

Figura nº 63. Exemplo da casa intitulada por seus idealizadores como a Casa 10x10.



Fonte: HOMETEKA, 2015.

3.3.2.4 Análise da função

Com base nos módulos desenvolvidos, é possível realizar diversas tipologias, abrangendo condomínios residenciais verticais e horizontais, além de edifícios comerciais como restaurantes, escolas, entre outros.⁸⁷

⁸⁷ Cf. a respeito: HORTA, Bernardo. **Casa Chassi**. 2015. Disponível em: <<http://bernardhorta.com.br/Casa-Chassi>>. Acesso em: maio 2018.

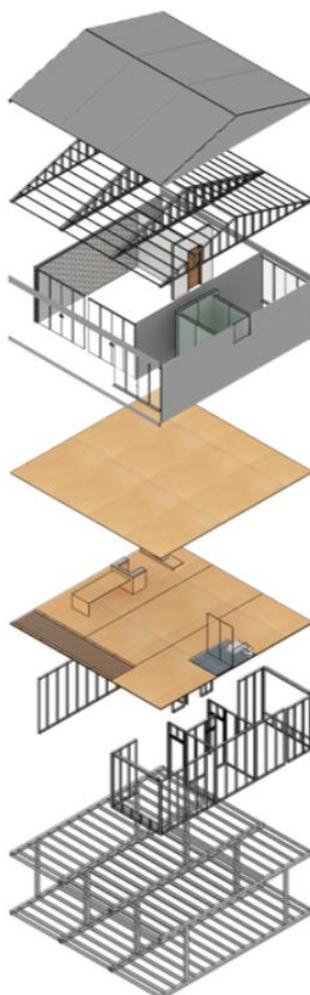
Figura nº 64. Exemplo de soluções arquitetônicas com base nos módulos.



Outra função que a Casa Chassi dispõe, é a possibilidade do habitante “projetar” sua residência, por meio de uma plataforma digital, na qual, o cliente optaria pela solução que melhor lhe adequa, seja por tipos de ambientes e/ou custos. Dessa maneira, ao escolher os módulos necessários, é possível determinar os acabamentos, sendo eles a cor da pintura, portas, janelas, os revestimentos tanto internos quanto externos, dentre outros.^{88</}

Com medidas que permitem o transporte para qualquer local do país, os módulos são alocados no terreno, unindo uns aos outros, com isso, reduz-se os gastos com mão de obra, desperdícios de materiais, logo, despesas. Além disso, ao serem construídas na indústria evitam imprevistos com fenômenos naturais (chuva), podendo ser executadas normalmente e, por conseguinte em menor tempo.⁸⁹

Figura nº 66. Perspectiva explodida do método construtivo da Casa Chassi, exemplo a Casa 10x10.



Fonte: HORTA, 2015.

Desse modo, os acabamentos são realizados com materiais que permitem a rápida execução, além de possuírem propriedades que garantem o conforto térmico e estético.

⁸⁹ Cf. a respeito: HOMETEKKA. **Casa Chassi**. 2015. Disponível em: <<http://portfolio.bimbon.com.br/casachassi>>. Acesso em: maio 2018.

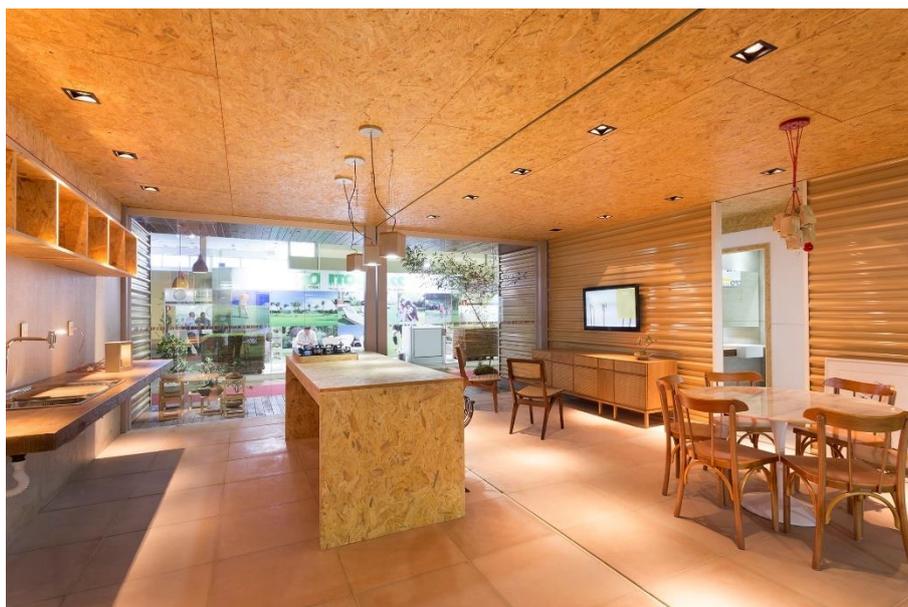
Para o exterior, são utilizados como fechamento as placas metálicas, podendo ser usadas também, na cobertura. Para o fechamento interno das paredes, são utilizados gesso acartonado e placas OSB, que também foram utilizadas nos móveis para a Casa 10x10, em exposição.

Figura nº 67. Vista do exterior da Casa 10x10.



Fonte: HOMETEKA, 2015.

Figura nº 68. Vista do interior da Casa Chassi, modelo Casa 10x10.



Fonte: HOMETEKA, 2015.

Os revestimentos, podem ser empregados de modo semelhante aos utilizados na construção tradicional, deste modo, variam de acordo com o cliente.

3.3.3 Habitação Villa Verde

3.3.3.1 Descrição da edificação

Localizada no Chile, na cidade de *Constitución*, região do *Maule*. O projeto das casas possui uma concepção distinta das habitações normalmente construídas para a população de baixa renda, pois o projeto possui uma tipologia que permite a construção de “meias casas”, desse modo são entregues casas que apresentam desde a concepção projetual e materiais que atendem à necessidade mínima das famílias, sendo possível posteriormente, se houver necessidade a ampliação com qualidade.⁹⁰

Figura nº 69. Villa Verde logo após ser entregue aos moradores.



Fonte: ARCHDAILY, 2013.

Denominado segundo o arquiteto Alejandro Aravena de "moradia incremental", esse tipo de projeto permite abranger o maior número de famílias e,

⁹⁰ Cf. a respeito: ARCHDAILY. **Habitação Villa Verde / ELEMENTAL**. 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-156685/habitacao-villa-verde-slash-elemental>>. Acesso em: maio 2018.

com isso, é possível realizar construções em larga escala com padrões mais elevados e com rapidez na execução.⁹¹

Em entrevista ao *The New York Time Style Magazine*, o arquiteto Alejandro Aravena descreve:

Arquitetos gostam de construir coisas únicas. Mas se algo é único, não pode ser repetido, então em termos de servir muitas pessoas em muitos lugares, o valor é próximo de zero. Nós entramos em campos onde a chance de falhar é maior que a média. Nós cometemos erros. Se precisarmos substituir uma janela ou fazer alguma outra correção, é mais fácil para nós porque criamos uma conta de boa vontade. (THE NEW YORK TIME STYLE MAGAZINE, 2016, s.p. Tradução da autora).

Este projeto foi construído a pedido da empresa florestal Arauco, com o objetivo de ajudar seus trabalhadores a adquirirem a casa própria.⁹² Com essa finalidade, desenvolveu-se uma tipologia que, por um lado, é possível ser aplicado em habitações de interesse social.

Figura nº 70. Villa Verde sendo ampliada pelos moradores.



Fonte: ARCHDAILY, 2013.

3.3.3.2 Ficha técnica

⁹¹ Cf. a respeito: ARCHDAILY. **Em foco: Alejandro Aravena.** 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/789851/em-foco-alejandro-aravena>>. Acesso em: maio 2018.

⁹² Cf. a respeito: ARCHDAILY. **Habitação Villa Verde / ELEMENTAL.** 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-156685/habitacao-villa-verde-slash-elemental>>. Acesso em: maio 2018.

Arquiteto: ELEMENTAL

Localização: Constitución, Região do Maule, Chile

Ano do projeto: 2010

Área unitária inicial: 56.88 m²

Área unitária final (expansão): 85.1 m²

Área total do conjunto de casas: 5.688 m²

Número de casas: 484

Tipo de projeto: Residencial

Status: Construído

Materialidade: Placa de fibrocimento e gesso acartonado

Estrutura: Madeira e Concreto

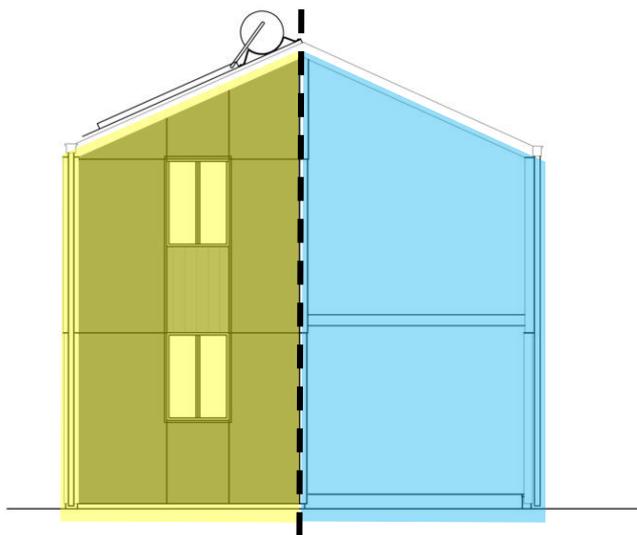
Implantação no terreno: em conjunto

3.3.3.3 Análise da forma

Villa verde é um conjunto de casas que são unidas umas às outras, dividindo as paredes laterais, desse modo, havendo a união entre elas.

Por isso, para a volumetria, na fachada principal com a oposta, possui as mesmas características. Desse modo, ao traçar uma linha no eixo central o tamanho e o volume são os mesmos e, com isso ocorrendo a simetria em ambos os lados.

Figura nº 71. Volumetria na fachada principal e a oposta.

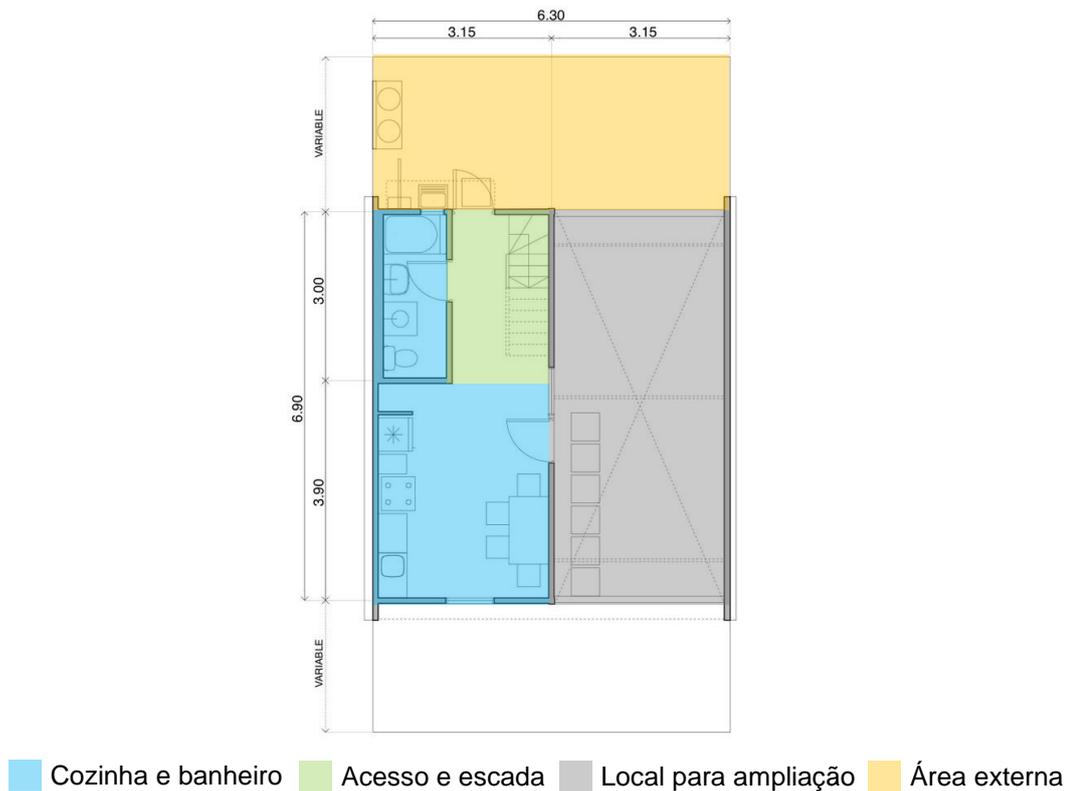


Fonte: ARCHDAILY, 2013. Editado pela autora.

3.3.3.4 Análise da função

Para a casa Villa Verde, o pavimento térreo quando não há a ampliação, localizam-se os cômodos de uso em comum, neste caso na fia cozinha e o banheiro situam-se do lado esquerdo. Quando houver a ampliação, como sugestão destina-se o ambiente para a sala e sala de jantar, desse modo, os ambientes sociais estarão presentes somente no térreo pois, o segundo pavimento, foi destinado para a área privada, os quartos. Portanto, havendo as áreas úmidas somente no térreo e em uma faixa.

Figura nº 72. Análise da função no pavimento térreo sem modificação após a entrega da casa, sendo em azul a área úmida, em verde área de circulação, em laranja área exterior e em cinza a área para ampliação.



Fonte: ARCHDAILY, 2013. Editado pela autora.

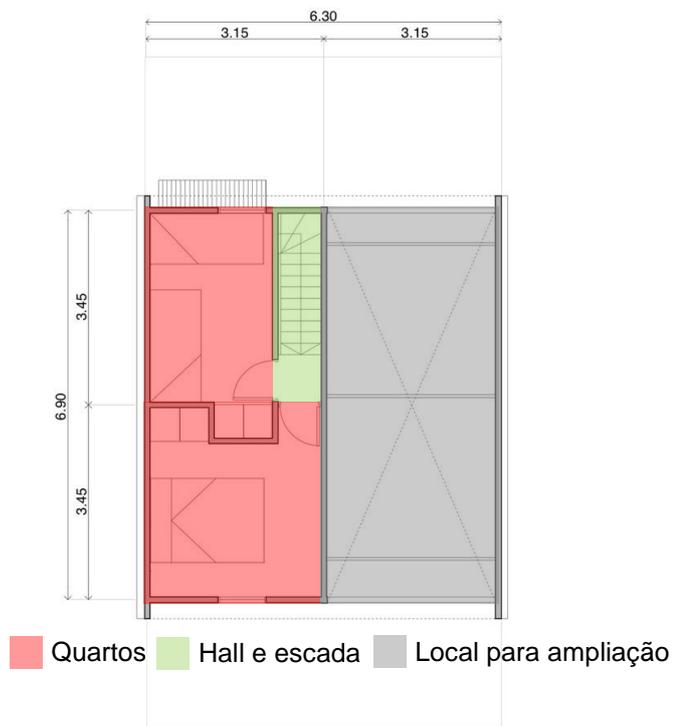
Figura nº 73. Análise da função na planta térrea com a ampliação realizada, sendo em amarelo a área social, em azul a área úmida, em verde área de circulação e em laranja área exterior.



■ Cozinha e banheiro ■ Acesso e escada ■ Sala e sala de jantar ■ Área externa

Fonte: ARCHDAILY, 2013. Editado pela autora.

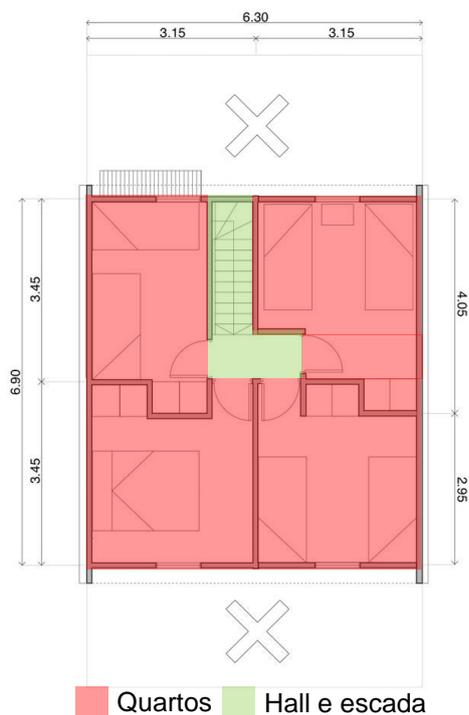
Figura nº 74. Análise da função no pavimento superior, sendo em verde a área de circulação, em vermelho a área privada e em cinza a área destinada para ampliação.



■ Quartos ■ Hall e escada ■ Local para ampliação

Fonte: ARCHDAILY, 2013. Editado pela autora.

Figura nº 75. Análise da função no pavimento superior com a ampliação realizada, sendo em verde a área de circulação, e em vermelho a área privada.



Fonte: ARCHDAILY, 2013. Editado pela autora.

Desse modo, mesmo com a ampliação, os setores da casa permanecem divididos de acordo com o seu tipo de uso.

3.3.3.5 Análise da tecnologia

Com a preocupação em executar casas que possuíssem qualidade e preço acessível, o arquiteto Alejandro Aravena cita:

Dos 3 bilhões de pessoas que vivem nas cidades hoje, 1 bilhão está abaixo da linha da pobreza. Até 2030, dos 5 bilhões de pessoas que viverão nas cidades, 2 bilhões estarão abaixo da linha da pobreza. Isso significa que teremos que construir uma cidade de 1 milhão de pessoas por semana com 10 mil dólares por família. (ELEMENTAL, 2018, s.p. Traduzido pela autora).

Desse modo, havendo a necessidade de construir com esse intuito, a tecnologia utilizada para a estrutura foi o *Wood Frame*, com madeira de *pinus*, e o fechamento externo com placas de fibrocimento.

Figura nº 76. Execução da estrutura em *Wood Frame* nas casas de Villa Verde.



Fonte: ARCHDAILY, 2013.

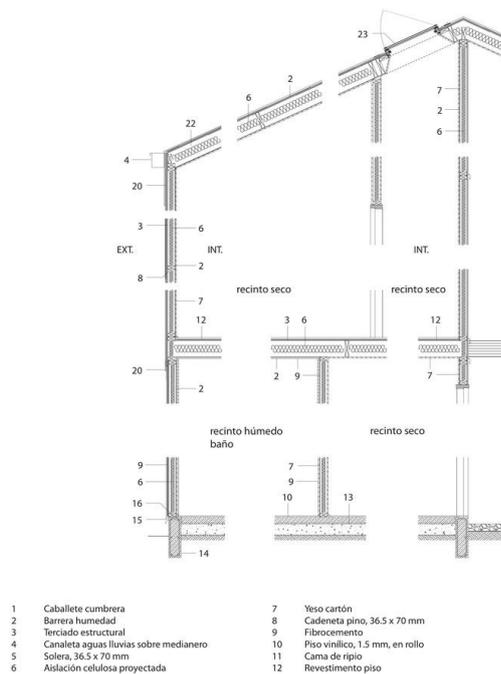
Para o interior, as paredes e o teto receberam o acabamento em gesso acartonado. Para o piso revestimento em áreas úmidas segue o piso vinílico em rolo, enquanto para as “secas”, o revestimento em piso cerâmico.

Figura nº 77. Vista do interior da casa.



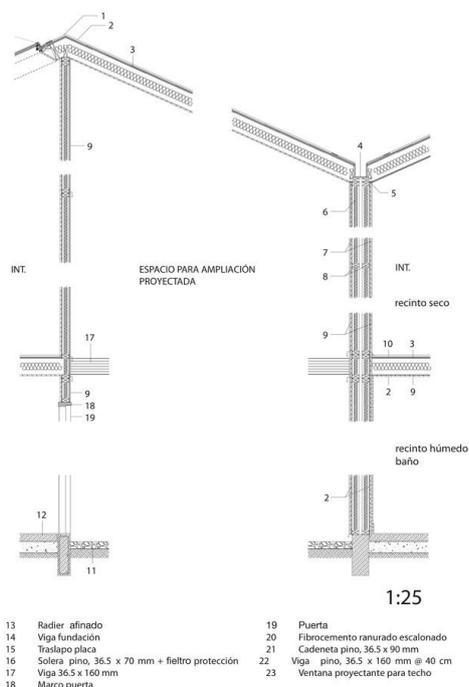
Fonte: ARCHDAILY, 2013.

Figura nº 78. Detalhamento dos materiais no lado esquerdo da casa (área existente).



Fonte: ARCHDAILY, 2013.

Figura nº 79. Detalhamento dos materiais no lado direito da casa (área para ampliação).



Fonte: ARCHDAILY, 2013.

Desde o planejamento, a escolha dos materiais, a execução e a pós-ocupação da edificação, houve a preocupação em realizar uma obra que atenda às famílias, pois com a ampliação, faz com que a casa se molde aos costumes e necessidades de cada uma. Além disso, ao se ampliar, a casa cria características de acordo com o perfil do dono, diferenciando-se umas das outras.

Figura nº 80. Exemplo da casa Villa Verde ampliada.



Fonte: ARCHDAILY, 2013.

3.4 Síntese Teórico-Conceitual

Com base no Referencial Teórico, a habitação intercede diretamente na vida das pessoas. Em razão disso, houveram diversas mudanças na morfologia do modo de morar, adaptando-se de acordo com o período histórico. Por isso, a falta de moradias adequadas interfere no cotidiano. Neste viés, ao longo dos anos, diversos arquitetos desenvolveram teorias que usam as tecnologias construtivas, industrializadas principalmente, as que envolvem o uso do aço na construção civil.

Apesar de haver a inserção de outros métodos construtivos, no Brasil a construção permanece com características artesanais e, com isso, pouca produtividade, além do desperdício dos materiais.

Visando todo o contexto histórico e, a situação atual das moradias de habitação de interesse social, a construção seca revela seu potencial para construção de casas em larga escala, pois o método construtivo em *Light Steel Framing* permite haver construção modular e de fácil ampliação. Além de ser um sistema industrializado e, com isso, possui a racionalização na produção.

Para não haver o que ocorre nas habitações de interesse social atualmente, será definido quatro projetos de casas, todas moldadas e adaptadas de acordo com a necessidade de cada família, pois será levado em conta as características como o número de dormitórios para as possíveis ampliações.

4 Metodologia

Neste trabalho, serão dispostos como base metodológica, os levantamentos bibliográficos, pesquisa de campo que envolvem entrevistas e visitas técnicas, resultando na proposta projetual.

4.1 Levantamentos bibliográficos

Segundo Köche (1997), a pesquisa bibliográfica permite a compreensão e ampliação dos conhecimentos, de acordo com o assunto estudado, uma vez que será realizado por meio da leitura de textos, gráficos, tabelas, quadros, imagens, entre outros. Deste modo, identificará e auxiliará na compreensão do problema existente, em consequência, é um meio essencial para a produção do conteúdo.

De acordo com Fachin (2006), a leitura até o resultado da obra, é o resultado de diversos conhecimentos reunidos sobre um determinado assunto, por isso a pesquisa bibliográfica permite comprovar ou não sobre argumento apresentado.

Dessa maneira, os levantamentos bibliográficos, serão empregues no referencial teórico, nos estudos sobre as tecnologias construtivas, além do estudo de viabilidade para a proposta projetual. Por meio da leitura de livros, artigos científicos, com o intuito de compor a base para o trabalho.

4.2 Pesquisas de campo

A pesquisa de campo consiste em coletar informações e/ou conhecimentos com base em um tema, e desenvolver a partir disso, respostas, hipóteses que permitem identificar relações com o problema proposto.⁹³

"não deve ser confundida com a simples coleta de dados (este último corresponde à segunda fase de qualquer pesquisa); é algo mais que isso, pois exige contar com controles adequados e com objetivos preestabelecidos que discriminam suficientemente o que deve ser coletado" (TRUJILLO, 1992, p. 229).

⁹³ Cf. a respeito: LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Atlas, 5ª edição. São Paulo, 2003.

Desse modo, a pesquisa de campo está relacionada diretamente com entrevistas e a visita técnica, que permitem captar informações e conhecimentos.

4.2.1 Entrevistas

A entrevista permite obter por meio de perguntas, diálogos e informações que requerem um preparo e medidas com objetivos pré-determinado, por isso, deve-se desenvolver uma conversação com ideias claras com o entrevistado, a fim de possuir resultados coerentes.⁹⁴

De acordo com Goode e Hatt (1969, p. 237), a entrevista "consiste no desenvolvimento de precisão, focalização, fidedignidade e validade de certo ato social como a conversação".

À vista disso, serão realizadas entrevistas com dez grupos de arquitetos, engenheiros e mestres de obras (ver em apêndice A), com o intuito de coletar e interpretar as informações encontradas no canteiro de obras.

4.2.2 Visita técnica

A visita técnica é realizada com base nos levantamentos bibliográficos, assim pertence à uma sequência do processo científico, ou seja, permite o contato da teoria com prática. Desse modo o conhecimento passa a compreender as variáveis que possuem, tornando algo relevante.⁹⁵

Sendo assim, serão realizadas visitas à canteiro de obras nas cidades do estado do Paraná, que possuem o LSF como tecnologia construtiva, afim de interpretar e relacionar com os conceitos estudados.

4.3 Proposta projetual

Por meio dos estudos realizados e com base em todas as informações adquiridas sobre a construção seca, as características dos materiais que compõem

⁹⁴ Cf. a respeito: LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Atlas, 5ª edição. São Paulo, 2003.

⁹⁵ Cf. a respeito: MONEZI, Carlos Alberto. **A visita técnica como recurso metodológico aplicado ao curso de engenharia**. 2005. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/14/artigos/SP-5-04209359831-1118661953275.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

essa tecnologia construtiva. Por isso, o objetivo apresentar propostas projetuais que possuam concepções adequadas e planejadas para que se possa garantir habitações eficientes, logo, a racionalização do processo construtivo.

5 Cronograma de Atividades / 2018.2 (TCC II)

Quadro nº 7. Cronograma de atividades TCC II.

Etapa/ Mês	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Entrevistas	X				
Levantamentos de dados	X	X			
Estudo de viabilidade	X	X			
Projeto		X	X	X	
Banca final					X

Fonte: da autora, 2018.

6 Interpretação da realidade

Com base na metodologia aplicada, definiu-se o uso como ferramenta projetual, a modulação por ambientes, desse modo, apesar de possuir um padrão de medidas, que variam regularmente, o sistema permite a flexibilidade projetual e, com isso, infinitas possibilidades, desse modo, adequando melhor a real necessidade do habitante.

Dessa maneira, ao levantar todo o processo construtivo, apontando todas as características que este método construtivo possui, por isso, foram projetados quatro modelos de casas utilizando-se a mescla de duas técnicas da construção em *Light Steel Framing*: o método por construção modular e pelo método por painéis, pois ambas são as que se enquadram melhor para construções de habitações de interesse social.

Por se tratar de uma tecnologia construtiva industrializada, o acompanhamento de um profissional desde a definição projetual até a execução da obra, é essencial para que o processo construtivo em LSF possui, sejam aplicados corretamente e, com isso, sejam adequadas. Além disso, é um direito que está previsto na lei de assistência técnica 11.888/2008, que no art. 1º cita:

Esta Lei assegura o direito das famílias de baixa renda à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social, como parte integrante do direito social à moradia previsto no art. 6º da Constituição Federal, e consoante o especificado na alínea r do inciso V do caput do art. 4º da Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. (PLANALTO, 2008, s.p).

Ademais, ao possuir um profissional da área em contato com o habitante, o procedimento torna-se humanizado, pois assim, o processo de criação da casa passa ser conjunta e, desse modo, o projeto possui características de acordo com a necessidade e, ao contrário do que foi realizado nos últimos anos para sanar a falta de moradias.

Sendo assim, viabilizando que é possível construir habitações que possuam qualidade, rapidez e principalmente, o valor que é possuir uma casa em condições dignas e de acordo com suas necessidades.

6.1 Diretrizes projetuais

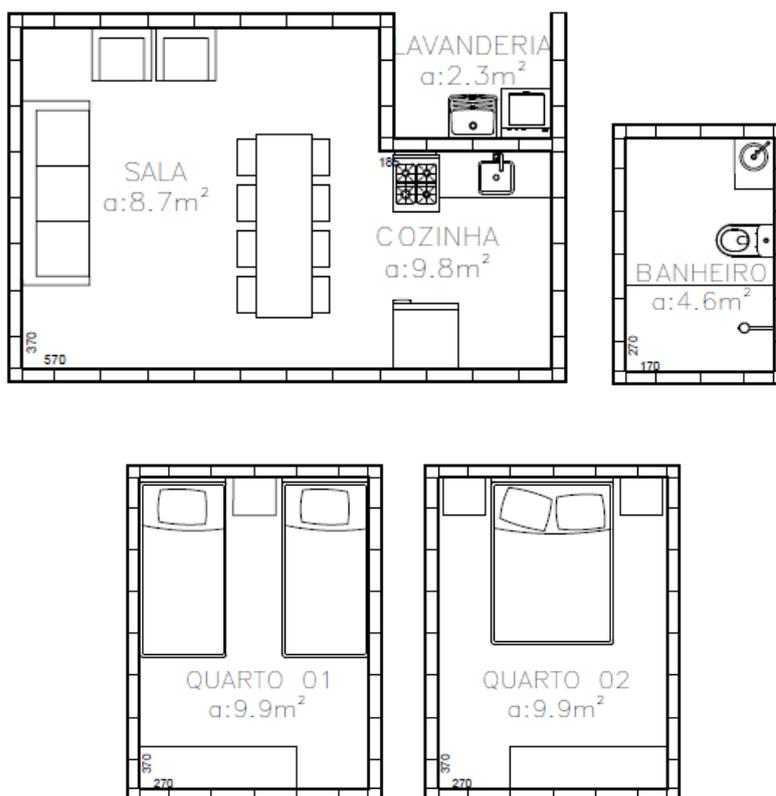
Para o desenvolvimento do projeto, definiu-se a proporção da modulação de 0,5 m, pois os perfis da estrutura em *Light Steel Framing* permitem essa modulação e, além disso, com esse espaçamento, sendo possível a adaptação da distância dos perfis, que variam de 0,4 m até 0,6 m segundo a norma brasileira.

Por ser uma proposta projetual com abrangência nacional, estudou-se os possíveis tamanhos para cada ambiente de acordo com as especificações, apresentadas pelo governo federal, na qual, segundo a norma:

“Estas especificações não estabelecem área mínima de cômodos, deixando aos projetistas a competência de formatar os ambientes da habitação segundo o mobiliário previsto, evitando conflitos com legislações estaduais ou municipais que versam sobre dimensões mínimas dos ambientes”. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, s.d)

Desse modo, o projeto possui normas estabelecidas para todo o Brasil, por isso, através desses parâmetros, definiu-se as proporções dos ambientes.

Figura nº 81. Módulos dos ambientes desenvolvidos.



Fonte: da autora, 2018.

Conforme a figura nº 81, os dois dormitórios possuem medidas externas de 4x3 m sendo diferentes apenas no layout dos móveis, como forma de sugestão, para os ambientes sala, cozinha e lavanderia têm medidas de 6x4 m, e o banheiro possuindo 3x2 m. A altura do pé direito é no mínimo de 2,8 variando de acordo com o projeto.

Em vista disso, por possuir coordenação modular, que varia de 0,5x0,5 m, ou seja, possibilitando a adaptação nos tamanhos dos ambientes de acordo com essa proporção e necessidade, com isso, possibilitando a criação de diversos projetos arquitetônicos.

Como forma de estudo, neste caso, foi definido as proporções do terreno, considerando o tamanho de 250m² (10x25m), metragem normalmente usadas em habitações de interesse social no país, pois segue de acordo com a lei 6.766/79 do parcelamento do solo, descrito no art. 4º.⁹⁶ Apesar de não possuir local definido para implantação das casas, os módulos dos ambientes apresentados, são aplicáveis em outras proporções de terrenos. Para auxiliar no processo projetual, em conjunto com o habitante, foi desenvolvido uma grade que varia de acordo com a modulação.

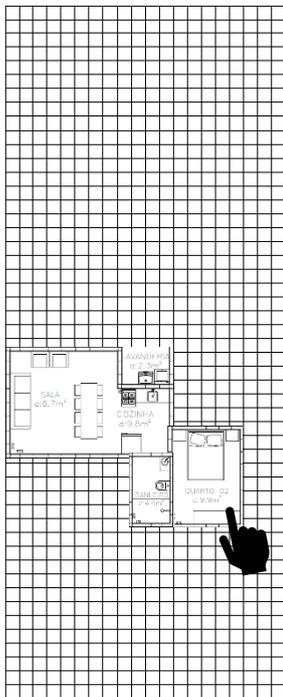
O processo projetual inicia-se na relação do arquiteto com o habitante, cabendo ao profissional apresentar as características do *Light Steel Framing*, por meio do guia sobre a tecnologia construtiva *Light Steel Framing* (apêndice b), como forma de expor o sistema construtivo e, dessa maneira, a compreensão, pois em entrevista com profissionais que trabalham com LSF, descreveram que ao explicar com uma linguagem simplista quais são suas características, como funciona, quais são as vantagens no conforto térmico, acústico e lumínico e, com isso, a possibilidade de construir uma habitação rápida e com qualidade e, dessa maneira, a desmitificação.

Além disso, nesse material contém a metodologia projetual desenvolvida por Santos (2016), que transforma o terreno em uma malha segmentada pela distância modular.

⁹⁶ Cf. a respeito: PLANALTO. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em: oct. 2018.

Ao dispor os módulos dos ambientes no terreno, resultando nas propostas, esta metodologia foi aplicada para a elaboração das quatro propostas expostas neste trabalho.

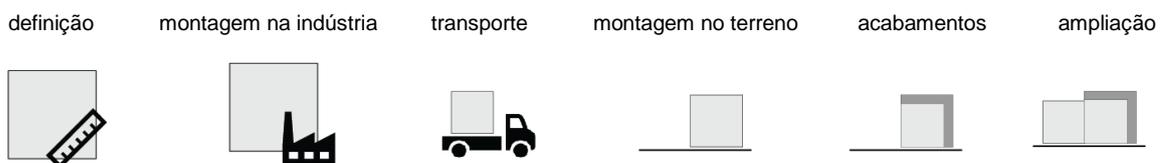
Figura nº 82. Método projetual da habitação.



Fonte: da autora, 2018.

À vista disso, a sequência deste sistema de construção segue em etapas, sendo a primeira parte a definição do projeto em conjunto com o habitante, visando suas necessidades e preferências e, assim prevendo as possíveis ampliações. Depois é realizado a fabricação dos ambientes, enquanto isso, é preparado o terreno para implantação dos módulos. Após a colocação dos módulos no canteiro de obras, é necessário apenas acrescentar os acabamentos e, conforme o projeto, aplicar o detalhamento na fachada.

Figura nº 83. Etapas da metodologia projetual.



Fonte: da autora, 2018.

Para as portas, dependendo do projeto a medida varia, porém a largura mínima exigida é de 0,8 m. Para as janelas, a abertura varia de acordo com o tamanho do ambiente e o seu posicionamento conforme a orientação solar, pois assim, o habitar têm melhor desempenho tanto no conforto térmico como lumínico e, além disso, permite ao habitante, melhores condições no local, logo, qualidade em saúde e higiene no habitar.

Para a cobertura, apesar da construção em *Light Steel Framing* permitir diversos tipos de telhados, porém no caso para o sistema modular, a solução que melhor se adequa para a habitação deste tipo, é a platibanda, pois ao ampliar a edificação, o telhado por estar anexado ao ambiente e, com isso, admite dar continuidade na edificação sem que interfira nos ambientes que foram executados anteriormente.

A caixa d'água, estará localizada no primeiro módulo do banheiro a ser implantado, caso seja realizado todas etapas em conjunto, a mesma, ficará no módulo do banheiro que estiver melhor localizado em relação aos outros ambientes úmidos como cozinha, lavanderia e banheiro, visando o melhor aproveitamento dos encanamentos.

A fundação será em radier e é realizada de acordo com que cada módulo for implantado. Ademais, ressaltando a importância de deixar previsto as instalações elétricas e hidráulicas.

Os acabamentos interiores são estabelecidos de acordo com a escolha do habitante. Já no exterior, o uso da placa cimentícia se adequa melhor, pois possui estética semelhante à das construções habituais. Além disso, ao receber a ampliação, o acabamento liso que a parede possui, facilita o encaixe da estrutura, resultando em menores alterações.

Para o encaixe dos módulos futuros, o sistema funciona com o uso do perfil "U" alinhado ao perfil do módulo existente para que possa ser parafusado, após isso, é colocado o montante e/ou módulo do ambiente.

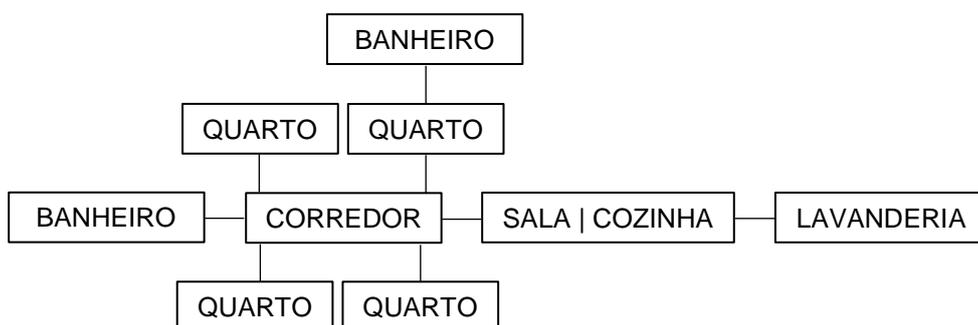
6.2 Programa de necessidades

Para o plano de necessidades, foram desenvolvidas quatro propostas de habitações, todas possuem como indicativo possibilidades de ampliação, pois o número de quartos varia de um, dois, três e até quatro dormitórios no início.

Dessa maneira a avaliação pós-ocupação (APO) é necessário, pois assim, é possível verificar as necessidades de cada família e, além de apresentar um diagnóstico do ambiente construído e como o habitar está sendo efetuado, partindo do habitante e suas adaptações. A fim de que ao levantar os pontos tanto positivo ou negativo, a avaliação sirva como material para que a habitação torna se um habitar saudável.

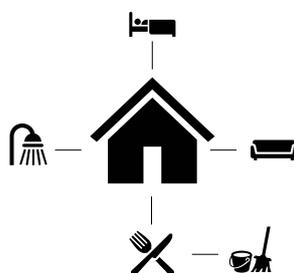
Portanto, de acordo com o plano de necessidades e as ampliações sendo independentes, ou seja, variando de acordo com cada tipo de família, neste caso, conforme na figura 85 a 88, é apresentado um organograma que corresponderá ao projeto com até quatro dormitórios.

Figura nº 84. Plano de necessidades.



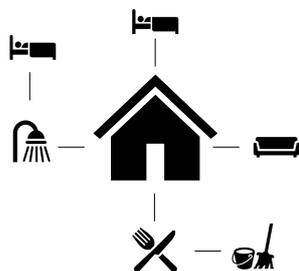
Fonte: da autora, 2018.

Figura nº 85. Esquema da etapa 1.



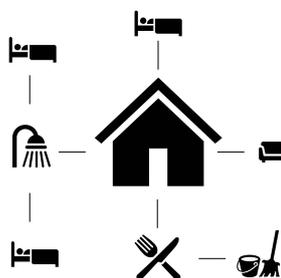
Fonte: da autora, 2018.

Figura nº 86. Esquema da etapa 2.



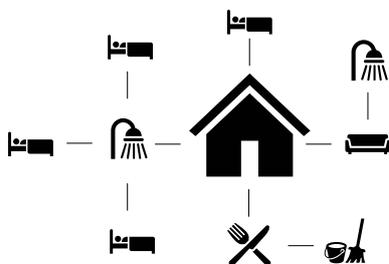
Fonte: da autora, 2018.

Figura nº 87. Esquema da etapa 3.



Fonte: da autora, 2018.

Figura nº 88. Esquema da etapa 4.



Fonte: da autora, 2018.

7 Considerações Finais

Diante da pesquisa realizada, vale ressaltar a falta de moradias e suas consequências, como a qualidade de vida do habitante, seja por meio da rotina, na saúde, além de interferir nos custos com manutenção, por exemplo.

A necessidade do morar é evidente e, por isso, a habitação deve-se moldar ao usuário e não o usuário deve se adequar ao projeto arquitetônico. Este fato, se descreve ao longo da história, pois a moradia sempre evoluiu quanto aos materiais e ao seu desenho, de acordo com as necessidades.

Dessa maneira, ao estudar a tecnologia construtiva, o *Light Steel framing* apresenta em especial, a possibilidade de aplicação nas habitações de interesse social, visto que, possui flexibilidade e agilidade na execução, fator determinante para esse setor de habitação.

Esta tecnologia, no Brasil, apresenta-se pouco conhecida e, com isso, possui poucos estudos e a aceitação por parte do habitante, apesar de ser utilizada em outros países há anos. Ademais, este fato, proporciona a razão desse estudo, que carece de informações e adequações para que possua o desempenho quando relacionado às habitações com possíveis ampliações. Por isso, apresentar conteúdos que auxiliam na compreensão da tecnologia construtiva e, dessa forma, mostrar que a construção em *Light Steel Framing* demonstra como uma das possíveis soluções para a construção de habitações em larga escala.

Além do mais, ao desenvolver uma série de projetos com alternativas para a racionalização dos materiais, dessa forma, com a industrialização dos sistemas construtivos, permite o menor custo e elementos de “qualidade”.

Por esta razão, este trabalho possui a preocupação em desenvolver propostas arquitetônicas que se adequam ao habitante e que permite a adaptação da habitação de acordo as necessidades, com base na APO sempre visando a qualidade no habitar, desse modo, as tipologias apresentadas, permitem uma habitação variável e evolutiva, com um ambiente projetado para que possa ser confortável e satisfatório e, com isso, um habitar que atenda as demandas de cada habitante.

Outro fator, é mostrar que a habitação é um processo vivo e com características que deve moldar aos diferentes grupos familiares, despertando um conceito em oposição ao que é apresentado nas habitações de interesse social entregues nos últimos anos.

Por esse motivo, o problema da habitação no Brasil envolve além da questão do déficit habitacional, pois o que são entregues atualmente pelas políticas habitacionais não supre as reais necessidades de cada família, visto que cada uma, possui uma formação e características que diferem uma das outras. Desta forma, a arquitetura passa como ferramenta que permite pensar em novas possibilidades e formas de morar, por meio de moradias adaptáveis, moldando as diversas tecnologias construtivas que existem e que existirão e, assim evoluindo o habitar em conjunto com os habitantes.

Para aprofundar a compreensão da metodologia desenvolvida, é essencial realizar uma análise abrangente sobre a utilização do guia que abarca as práticas de projeto participativo na implementação de habitações por meio dessa tecnologia construtiva. Isso envolve a condução de pesquisas qualitativas para identificar de forma precisa as preferências, necessidades e requisitos específicos dos envolvidos no processo.

8 Referências

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Básico sobre cimento**. 2009. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobrecimento/aplicacoes/aplicacoes#.U-pzpeNdXEg>>. Acesso em: maio 2018.

ABIKO, Alex Kenya. **Introdução à gestão habitacional**. Editora EPUSP. São Paulo, 1995. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12.

ABRAGESSO. **Manual de projeto de sistemas drywall - paredes, forros e revestimentos**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br/biblioteca.php/1/3/dl/29/manual-de-projeto-de-sistemas-drywall>>. Acesso em: maio 2018. Adaptado pela autora.

ARCHDAILY. **Em foco: Alejandro Aravena**. 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/789851/em-foco-alejandro-aravena>>. Acesso em: maio 2018.

_____. **Habitação Villa Verde / ELEMENTAL**. 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-156685/habitacao-villa-verde-slash-elemental>>. Acesso em: maio 2018.

_____. **Refúgio São Chico / Studio Paralelo**. Gica Fernandes. 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-5687/refugio-sao-chico-studio-paralelo>>. Acesso em: maio 2018.

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

_____. **Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização**: NBR 6355. Rio de Janeiro, 2003.

ATOS ARQUITETURA. **Dicas para quem vai construir sua casa – construção em Wood Frame.** Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/imprime117396.asp>>. Acesso em: abr. 2018.

BATEMAN, B. W. **Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction.** Texas: Department of construction science of A&M University, College Station, 1998.

BATISTA, Rafael Cavicchioli. **Análise estrutural de uma residência construída por perfis de aço galvanizados de pequenas espessuras formados a frio segundo o sistema construtivo a seco – Light Steel Framing (LSF).** 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/31423/000780807.pdf?...1>>. Acesso em: abr. 2018.

BOTEGA, Leonardo da Rocha. **A política habitacional no brasil (1930-1990).** Periódico de Divulgação Científica da FALS Ano I, nº 02, 2008. Disponível em: <<http://fals.com.br/revela/REVELA%20XVII/politicahabitacional.pdf>>. Acesso em: abr. 2018.

BOURDIEU, Pierre. Sobre el poder simbolico. In: **Intelectuales, política y poder.** Buenos Aires: UBA/ Eudeba, 2000.

BRASILIT. **Placa cimentícia BrasiPlac, catálogo técnico.** São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em: maio 2018.

BRASILIT. **Telhas shingle.** 2014. Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em: maio 2018.

BRUNA, Paulo Julio Valentino. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento.** Editora Perspectiva e Editora da Universidade de São Paulo, 2ª edição. São Paulo, 1976.

CAIXA, Caixa Econômica Federal. **Minha Casa Minha Vida.** Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minhavidapaginas/default.spx>>. Acesso em: maio 2018.

_____. **Estruturas e aço.** Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/estadual/programas_desenvolvimento_urbano/inov_tecno/estruturas_aco/index.asp>. Acesso em: maio 2018.

CAMPOS, Alessandro de Souza. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: maio 2018.

CARDOSO, Francisco Ferreira. **Alvenaria vai predominar no Minha Casa, Minha Vida.** 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/alvenaria-vai-predominar-no-minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em: abr. 2018.

CASA CIVIL, Presidência da República. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm Acesso em: abr. 2018.

CATAI, Rodrigo Eduardo; PENTEADO, André Padilha; DALBELLO, Paula Ferraretto. **Materiais técnicas e processos para isolamento acústico.** 2006. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT12032009181855.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

CBCA. **Centro brasileiro da construção em aço.** 2014. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/>>. Acesso em: maio 2018.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da construção. **Déficit Habitacional no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: out. 2018.

CONSTRUÇÕES METÁLICAS. **Goulart Construções.** Disponível em: <<https://gclda.pt/>>. Acesso em: abr. 2018.

CONSUL STEEL. **Manual de procedimiento construcción con steel framing.** Buenos Aires, 2002. Disponível em: <<http://consulsteel.com/wp-content/uploads/Manual-de-Procedimiento-Consul-Steel.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: *light steel framing***. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6246>>. Acesso em: abr. 2018.

DALDEGAN, Eduardo. **Steel Frame: Processo executivo e principais vantagens**. Disponível em: <<http://engenhariaconcreta.com/steel-frame-processo-executivo-e-principais-vantagens/>>. Acesso em: abr. 2018.

ELEMENTAL. **ABC of incremental housing**. 2018. Disponível em: <<http://www.elementalchile.cl/en/projects/abc-of-incremental-housing/>>. Acesso em: maio 2018.

ENGENHEIRO NO CANTEIRO. **Gesso acartonado: progresso incrível ou problema oculto?**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://engenhironocanteiro.com.br/gesso-acartonado-progresso-incrivel-ou-problema-oculto/>>. Acesso em: maio 2018.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. Editora Saraiva, 5ª Edição. São Paulo, 2006.

FREITAS, Maria Luiza de. **O lar conveniente: os engenheiros e arquitetos e as inovações espaciais e tecnológicas nas habitações populares de São Paulo (1916-1931)**. IAU USP São Carlos. São Carlos, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-14032006-123351/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2018.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 33, 2013; v.34, 2014. Elaboração: Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI).

FUTURENG. **Origens e história do LSF**. Revista digital de Construção Civil. 2012. Disponível em <<http://www.futureng.pt/origens>>. Acesso em: maio 2018.

GARCIA, Sheila; BERNARDES, Marina; MARTINS, Marcele Salles; ROMANINI, Anicoli; FOLLE, Daiane. **Sistema construtivo wood frame**. Disponível em:

<https://www.imed.edu.br/Uploads/micimed2014_submission_147.pdf>. Acesso em: abr. 2018.

GOODE, William Josiah; HATT, Paul K. **Métodos em pesquisa social**. Editora Nacional, 3ª edição. São Paulo, 1969.

GOI, Fernanada Dias. **Tipos e medidas de containers para construção**. 2017. Disponível em: <<http://dicasdearquitetura.com.br/tipos-e-medidas-de-containers-para-construcao/>>. Acesso em: jun. 2018.

GYPCENTER. **Fachada**. Disponível em: <<http://www.steelframe.arq.br/prototipo/fachada/>>. Acesso em: maio 2018.

HOMETEKA. **Casa Chassi**. 2015. Disponível em: <<http://portfolio.bimbon.com.br/casachassi>>. Acesso em: maio 2018.

HORTA, Bernardo. **Casa Chassi**. 2015. Disponível em: <<http://bernardohorta.com.br/Casa-Chassi>>. Acesso em: maio 2018.

IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

IPEA. **Nota técnica - estimativas do déficit habitacional brasileiro (pnad 2007-2012)**. Vicente Correia Lima Neto; Bernardo Alves Furtado; Cleandro Krause. nº 5. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/nota_tecnica/131125_no_tatecnicadirur05.pdf>. Acesso em: maio 2018.

ISTITUTO AÇO BRASIL. **Confederação nacional da indústria**. A indústria do aço no Brasil / Confederação Nacional da Indústria. Instituto Aço Brasil. Brasília: CNI, 2017. Disponível em: <https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/04/a2/04a2a7ac-4a9f-4505-84a5-f4c54242ead7/aco_brasil.pdf>. Acesso em: maio 2018.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro de Souza. **Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. (Série Manual da Construção Civil). Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Disponível em: <[114](http://www.cbca-</p></div><div data-bbox=)

iabr.org.br/upfiles/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>. Acesso em: maio 2018.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Editora Vozes, edição digital. Petrópolis, Rio de Janeiro. 2011.

KWAI, Luana Ly. **Tecnologias, conceitos e propostas de materiais de construção sustentável do Centro de Vivências da UNESP**. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/119557>>. Acesso em: abr. 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Atlas, 5ª edição. São Paulo, 2003.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. Editora Perspectiva, 6ª edição. 1ª reimpressão. São Paulo, 2006.

LIMA, Zélia Brito. **A questão da habitação**. Disponível em: <<http://www.uesb.br/eventos/ebg/anais/2b.pdf>>. Acesso em: abr. 2018.

LP BUILDING PRODUCTS. **Construção energitêmica sustentável da lp na 2º construction expo**. 2013. Disponível em: <<https://www.lpbrasil.com.br/construcao-energitermica-sustentavel-da-lp-na-2o-construction-expo/>>. Acesso em: abr. 2018.

_____. **Soluções construtivas/ catálogo de produtos**. Disponível em: <http://www.esplane.com.br/pdf/catalago_painel_osb_construcao.pdf>. Acesso em: maio 2018.

MAPA. **Refúgio São Chico**. 2006. Disponível em: <<http://mapaarq.com/rsc-refugio-sao-chico-2006>>. Acesso em: maio 2018.

MARICATO, Ermínia. **Urbanismo na periferia do mundo globalizado**. Metrôpoles brasileiras. Editora Perspectiva, vol. 14 nº 4. São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392000000400004>>. Acesso em: abr. 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Especificações Mínimas**. Disponível em: <<https://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/dimob/EspecificMinimas.pdf>>. Acesso em: oct. 2018.

MOLINA, Julio Cesar; CALIL JUNIOR, Carlito. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/viewFile/4017/6906>>. Acesso em: abr. 2018.

MONEZI, Carlos Alberto. **A visita técnica como recurso metodológico aplicado ao curso de engenharia**. 2005. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/14/artigos/SP-5-04209359831-1118661953275.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

MUGA, Henrique. **Psicologia da arquitetura**. Editora Gailivro. 2006.

NAKAMURA, Juliana. **Conforto acústico**. Revista Técnica, 106ª Edição, Ano XIV. 2006. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/106/artigo286049-3.aspx>>. Acesso em: maio 2018.

NORBERG-SCHULZ, Christian. **Existencia, espacio y arquitetura**. Editora Blume. Barcelona, 1975.

ONU. **The right to adequate housing**. 2009. Disponível em: <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_en.pdf>. Acesso em: abr. 2018.

PEREIRA JUNIOR, C. J. **Edifícios de Pequeno Porte Contraventados com Perfis de Chapa Fina de Aço**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

PEREZ, Maria Alejandra Rico. MOTTA, Ana Lúcia Torres Seroa Da. **Estudo de insolação para tomada de decisões projetuais em fachadas verdes**. 2016. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_121.pdf>. Acesso em: maio 2018.

PLANALTO. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em: oct. 2018.

_____. **Lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11888.htm>. Acesso em: oct. 2018.

PORTAL DA MADEIRA. **Como é feito o OSB.** Disponível em: <<http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2010/01/blog-post.html>>. Acesso em: maio 2018.

PORTAL METÁLICA CONSTRUÇÃO CIVIL. **A utilização de placa cimentícia em sistemas construtivos.** Disponível em: <<http://wwwo.metlica.com.br/a-utilizacao-de-placa-cimenticia-em-sistemas-construtivos>>. Acesso em: maio 2018.

_____. **Casa em Steel Frame: Refúgio São Chico.** Disponível em: <http://www.metlica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1337>. Acesso em: maio 2018.

PREMONTA. **Etapas das esquadrias no sistema steel frame.** Disponível em: <<http://premonta.com.br/portfolio/esquadrias-no-sistema-steel-frame/>>. Acesso em: maio 2018.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1862>>. Acesso em: maio 2018.

REGO, Diogo José Martins. **Estruturas de edifícios em *light steel framing*.** Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa-Portugal. 2012. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/.../MScThesis%20Diogo%20Rego.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Moradias nas cidades brasileiras.** Editora Contexto, 2ª edição. São Paulo, 1989.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel framing**: engenharia. Francisco Carlos Rodrigues, Rodrigo Barreto Caldas. Rio de Janeiro: Aço Brasil /CBCA, 2016.

RODRÍGUEZ, Alfredo; SUGRANYES, Ana. El traje nuevo del emperador. Las políticas de financiamiento de vivienda social en Santiago de Chile. In: **Políticas de empleo y vivienda en Sudamérica**. Editora CrearImagen Quito, 1ª. Edição. Equador, 2012.

ROSA, Wilhelm. **Arquitetura industrializada**: a evolução de um sonho à modularidade. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>>. Acesso em: maio 2018.

SACCO, Marcelo de Freitas; STAMATO, Guilherme Corrêa. **Light wood frame** - construções com estrutura leve de madeira. Revista TÉCNICE: Como construir, 2010. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/imprime117396.asp>>. Acesso em: abr. 2018.

SAINT-GOBAIN. **Telha Americana Shingle é leve, flexível e dura mais**. 2017. Disponível em: <<https://www.saint-gobain.com.br/experiencias/blog/telha-americana-shingle-e-leve-flexivel-e-dura-mais>>. Acesso em: maio 2018.

SALGADO, Mônica Santos. **Metodologia para seleção de sistemas construtivos destinados à produção de habitações populares**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<http://www.proarq.fau.ufrj.br/pesquisa/geparq/wp/72.pdf>>. Acesso em: maio 2018.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2248>>. Acesso em: maio 2018.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual da construção em aço, steel framing**:

arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br>>. Acesso em: maio 2018.

SANTOS, Bruna Caroline Probst. **Ferramenta Projetual de Apoio à Readequação do Espaço Habitado em Conjuntos Habitacionais Populares Horizontais a partir da Coordenação Modular: Caso do Jardim Almada / Foz do Iguaçu, Pr.** 2016. Disponível em: < <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/702>>. Acesso em: oct. 2018.

SANTOS JUNIOR, Orlando Alves dos. **O sistema nacional de desenvolvimento urbano.** Avanços e limites para a descentralização dos canais de participação. Rio de Janeiro: IPPUR – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2007.

SANTOS, Milton. **América Latina: Nova urbanização, novo planejamento.** Revista Orientação, nº 7. Departamento de Geografia, USP. 1986.

SAYEGH, Simone. **Passo a passo Radier, Sapata Corrida e Embasamento.** 2013. Disponível em: <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/11/radier-sapata-corrida-e-embasamento.html?m=1>>. Acesso em: maio 2018.

SCHARFF, Robert. **Residential steel framing handbook.** Editora McGraw Hill. New York, 1996.

SEISMIC RESILIENCE. **Braced frames.** Disponível em: <<http://www.seismicresilience.org.nz/topics/superstructure/seismic-design-concepts/braced-frames/>>. Acesso: maio 2018.

SETTON, Maria da Graça Jacintho. **A teoria do habitus em Pierre Bourdieu: uma leitura contemporânea.** Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. 2002.

SÍNTESE. **Revista de filosofia.** Editora Loyola, edições 102-104. 2005. Disponível em: <<https://www.escritas.org/pt/estante/charles-peguy>>. Acesso em: abr. 2018.

SOBRAL, Kátia Valverde. **Habitar a paisagem: Análise, conceitos e soluções - A 'Casa Gerês' de Carvalho Araújo.** Universidade Católica Portugal, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ucp.pt>>. Acesso em: abr. 2018.

SOUZA, Luiz Gonzaga de. **Economia industrial.** 2005. Disponível em: <<https://www.eumed.net>>. Acesso em: maio 2018.

SPINELLI, Ana. **A Casa Chassi.** 2016. Disponível em: <<http://arquitetesuasideias.com.br/2016/09/20/a-casa-chassi/>>. Acesso em: maio 2018.

STOCKDUAÇO. **Kit Telhado Metálico.** 2018. Disponível em: <<http://www.stokduaco.com.br/p/21/kit-telhado-metalico>>. Acesso em: maio 2018.

TERNI, Antonio Wanderley; SANTIAGO, Alexandre Kokke; PIANHERI, José. **Casa de steel frame - instalações (parte 4).** 2009. Disponível em: <http://pienge.com.br/assets/revista-techne_instalacoes.pdf>. Acesso em: maio 2018.

THE NEW YORK TIME STYLE MAGAZINE. **Alejandro Aravena, the architect rebuilding a country.** Michael Kimmelman. 2016. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2016/05/23/t-magazine/pritzker-venice-biennale-chile-architect-alejandro-aravena.html>>. Acesso em: maio 2018.

TREBILCOCK, P. J. **Building design using cold formed steel sections: an architect's guide.** Berkshire: Steel Construction Institute (SCI) Publication, 1994.

TRUJILLO FERRARI, Alfonso. **Metodologia da ciência.** Editora Kennedy, 3ª edição. Rio de Janeiro, 1974.

WRI BRASIL. **1,2 bilhão de pessoas vivem sem acesso à habitação de qualidade nas cidades.** Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2017/07/12-bilh%C3%A3o-de-pessoas-vivem-sem-acesso-%C3%A0-habita%C3%A7%C3%A3o-de-qualidade-nas-cidades>>. Acesso em: abr. 2018.

ZEVI, Bruno. **História da arquitetura moderna.** Editora Arcádia. Lisboa, 1978.

Questionário

ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA PROFISSIONAIS QUE TRABALHAM COM O LSF

área de atuação:

1 | há quanto tempo trabalha com o método construtivo light steel framing?

2 | qual a sua opinião sobre o método construtivo light steel framing?

3 | como se deu a adaptação/ migração do sistema convencional para o light steel framing?

4 | como foi o processo de compreensão do método construtivo?

5 | quais as vantagens e/ou desvantagens encontradas no canteiro de obras?

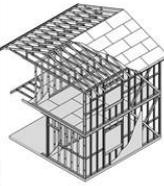
6 | como é a aceitação por parte do público? existe preconceito?

7 | trabalha com o método de construção modular? se sim, conte como funciona?

8 | se quiser contar algo a mais?

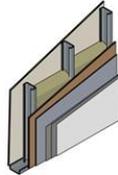
Obrigada!

sobre o light steel framing



o sistema construtivo em *Light Steel Framing* (LSF), surgiu a partir do método construtivo *Wood Frame* no final do século XIX, nos Estados Unidos, pois ambos possuem a mesma finalidade, que é a estrutura de uma casa

por ser uma tecnologia construtiva industrializada, possui rapidez e qualidade, além disso, a composição dos materiais que revestem a estrutura faz com que a habitação tenha conforto térmico, acústico e luminoso



o resultado final da habitação é semelhante do método em alvenaria convencional, porém este sistema construtivo possui praticidade em relação a modificações e ampliações

características do sistema:

- adaptáveis** tanto a altura quanto a largura são de acordo a necessidade do habitante
- versátil** por ser um sistema modular, são possíveis infinitas possibilidades de tipologia
- diversificada** pois são agregados características de acordo com cada habitante, desse modo, a habitação possui traços únicos

etapas de construção

por ser uma tecnologia construtiva industrializada e portanto possuindo qualidade e rapidez na execução, sendo até três vezes mais **rápido** em tempo de execução em relação ao método convencional

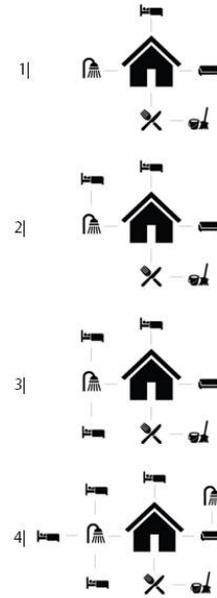
por ser um sistema racionalizado, logo, a produção em larga escala o **custo** da obra torna menor

dessa maneira, o processo construtivo desenvolvido funciona da seguinte maneira:

- 1| definição do projeto pelo habitante em conjunto com o arquiteto
- 2| montagem em fábrica dos módulos
- 3| transporte dos módulos até o canteiro de obra
- 4| o módulo é apenas colocado no terreno
- 5| após implantado é realizado os últimos acabamentos
- 6| quando houver a necessidade de ampliação, basta entrar em contato com o arquiteto e repete-se a partir da etapa 2

etapas de construção

exemplo das etapas de construção de uma habitação de um a quatro dormitórios



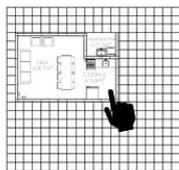
este exemplo comportam até dez habitantes e as etapas variam de um até quatro, entretanto, a construção é independente

módulos dos ambientes

com o terreno modulado e os módulos dos ambientes, o habitante simula diversas plantas do modelo da habitação de acordo com suas necessidades

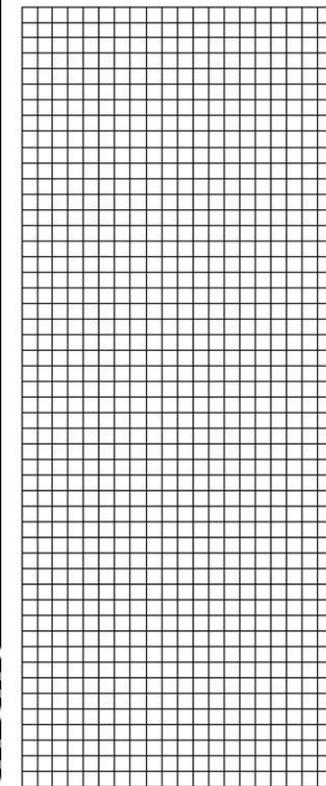


lembrando que neste processo são definidos o local da aberturas de porta e as janelas conforme a orientação solar do local, os acabamentos como esquadrias, pisos, pintura e a fachada



exemplo de como utilizar a ferramenta projetual

terreno



escala 1/125

Guia sobre a tecnologia construtiva light steel framing

A CASA ADAPTÁVEL

o uso da construção em *light steel framing* como ferramenta para a edificação e ampliação de casas