



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**THIAGO FICHE MAGALHÃES**

**ANÁLISE DE CUSTOS DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME* PARA HABITAÇÕES  
DE INTERESSE SOCIAL NO ESTADO DO CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2021**

THIAGO FICHE MAGALHAES

ANÁLISE DE CUSTOS DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME* PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO ESTADO DO CEARÁ

Plano de trabalho apresentado como exigência parcial para a aprovação na disciplina de Projeto de Graduação II do curso de Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M169a Magalhães, Thiago Fiche.

Análise de custos do sistema light steel frame para habitações de interesse social no estado do Ceará /  
Thiago Fiche Magalhães. – 2021.  
96 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

1. Light steelframe. 2. Método construtivo. 3. Edificações de interesse social. 4. Construção  
industrializada. 5. Construção modular. I. Título.

CDD 620

---

ANÁLISE DE CUSTOS DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME* PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO ESTADO DO CEARÁ

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará como exigência parcial para a obtenção do título de engenheiro civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. José Ademar Gondim Vasconcelos.  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Ricardo Marinho de Carvalho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Ricardo e Flavia.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar aos meus pais e meus irmãos, Ricardo, Flavia, Eduarda e Leonardo, que, incondicionalmente, buscaram me auxiliar nos momentos mais difíceis e me apoiar nas maiores decisões. Pessoas que tiveram parte em cada palavra desse trabalho e que, sem elas, jamais poderia ter sido de fato realizado.

Ao professor Alexandre Bertini por aceitar ser meu Orientador e compartilhar comigo seu conhecimento e experiência.

A todo o time da Consultec Jr. que me fez acreditar no potencial transformador do conhecimento e da engenharia, além do apoio de cada membro que contribui e me auxiliou durante minha formação.

A todos os amigos que a graduação me proporcionou e que me ensinaram mais do que jamais serei capaz de retribuir: Geovane, Johnny, Cláudio, Victor, Luís Gustavo, Carlos, Écio, Hícaro, Eduardo, Beatriz, Artur, Anderson, Gabrielle e tantos outros que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desse trabalho.

“And how trivial the things we so passionately wants are.”

Marco Aurélio

## RESUMO

Muito se discute sobre qual metodologia seria mais eficiente na construção de HIS. Nesse contexto, pode-se dizer que o fator custo é preponderante, principalmente devido à grande demanda a ser suprida e a baixa reserva de capital dos possíveis compradores. Para que seja alcançado um padrão mínimo de conforto a um custo acessível é imprescindível que o método construtivo seja eficiente, ou seja, que ocorra o mínimo de desperdício possível, além de custos de matéria prima acessíveis. O método *Light Steel Frame* (LSF) consegue atingir um alto nível de racionalização, além de poder ser construído em um curto período de tempo. Em contrapartida, o método LSF apresenta custos relativamente altos para a realidade brasileira, levando em conta que é um método industrializado de construção, é importante que a demanda interna exista para que a infraestrutura seja estabelecida. Na presente pesquisa, objetiva-se realizar uma análise comparativa entre uma construção de baixo padrão em alvenaria tradicional frente a construção utilizando a metodologia LSF, além de comparar os custos diretos almeja-se também compreender quais são os elementos que dificultam a implantação do LSF como alternativa a construções de HIS no estado do Ceará. Objetivando ter uma compreensão mais profunda dos entraves da implantação de tal metodologia, buscou-se lançar um olhar sobre as localidades em que a metodologia LSF vingou, e quais são as principais diferenças contextuais dessas realidades frente a realidade cearense. Por fim, almeja-se que esse trabalho possa contribuir com pesquisas futuras sobre a logística e aplicabilidade de metodologias de construção industrializada no Ceará.

**Palavras-chave:** Light Steelframe; Método Construtivo; Edificações de Interesse Social; Construção Industrializada; Construção modular;



## ABSTRACT

There is much discussion about which methodology would be most efficient in building HIS. In this context, it can be said that the cost factor is preponderant, mainly due to the great demand to be supplied and the low capital reserve of the possible buyers. In order to achieve a minimum standard of comfort at an affordable cost, it is essential that the construction method is efficient, i.e., that as little waste as possible occurs, in addition to affordable raw material costs. The Light Steel Frame (LSF) method achieves a high level of rationalization and can be built in a short period of time. In contrast, the LSF method presents relatively high costs for the Brazilian reality, taking into account that it is an industrialized construction method, it is important that the internal demand exists for the infrastructure to be established. In this research, the objective is to perform a comparative analysis between a low standard construction in traditional masonry and construction using the LSF methodology, in addition to comparing the direct costs, it is also intended to understand which are the elements that make it difficult to implement the LSF as an alternative to constructing HIS in the state of Ceará. Aiming to have a deeper understanding of the obstacles to the implementation of such methodology, we sought to take a look at the locations where the LSF methodology has taken hold, and what are the main contextual differences of these realities in relation to the reality of Ceará. Finally, it is hoped that this work may contribute to future research on the logistics and applicability of industrialized construction methodologies in Ceará.

**Keywords:** Light Steelframe; Construction Method; Buildings of Social Interest; Industrialized Construction; Modular Construction

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 01 – Construção em alvenaria.....  | 18 |
| Figura 02 – Edifício Avenida Central. ....  | 20 |
| Figura 03 – Consumo de aço bruto no Brasil.....   | 21 |
| Figura 04 – Preço ajustado do aço bruto no Brasil.....                                      | 22 |
| Figura 05 – Aumento dos insumos na construção civil no ano de 2020.....                     | 22 |
| Figura 06 - Kit Casa Fácil Gerdau.....  | 24 |
| Figura 07 - Kit Casa Fácil Gerdau montado.....  | 25 |
| Figura 08 - Kit Casa Fácil Gerdau cronograma.....   | 26 |
| Figura 09 - Distribuição de produtores de LSF no Brasil. ....                               | 27 |
| Figura 10 - Principais dificuldades externas para o crescimento da fabricante de LSF.....   | 28 |
| Figura 11 - Resumo da cadeia produtiva da indústria brasileira de estruturas metálicas..... | 29 |
| Figura 12 – Esquema de residência em LSF.....   | 29 |
| Figura 13 – Detalhe da fundação em sapata LSF.....  | 30 |
| Figura 14 – Estrutura Alinhada.....   | 31 |
| Figura 14 – Placa cimentícia.....   | 32 |
| Figura 15 – Perfis padronizados de aço.....   | 33 |
| Figura 16 - Modelo integrado para projeto de estruturas em aço.....                         | 34 |
| Figura 17 - Modelo integrado para projeto de estruturas em aço.....                         | 35 |
| Figura 18 – Linha de produção de módulos para a construção civil.....                       | 36 |
| Figura 19 - Módulo preparado para transporte.....   | 37 |
| Figura 20 – Guindaste posicionando módulos de Light Steel Frame.....                        | 37 |
| Figura 21 – Gráficos representando Custo x Customização.....                                | 38 |
| Figura 22 – Potencial de diminuição de custos em construções com a modularização.....       | 39 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 23 – Comparação dos custos da construção tradicional (Cinza) com a variação obtida com a modularização (azul)..... | 40 |
| Figura 24 - Formação de custo unitário SEINFRA .....  | 43 |
| Figura 25 – Modelagem da unidade habitacional.....  | 44 |
| Figura 26 – Modelagem da unidade habitacional.....  | 45 |
| Figura 27 – Posicionamento da treliça .....   | 49 |
| Figura 28 – Abertura para esquadrias.....   | 50 |
| Figura 29 - Aplicação do carregamento da cobertura.....   | 51 |
| Figura 30 - Lançamento de cargas de revestimento .....  | 53 |
| Figura 31 - Simulação de carregamento devido ao vento na estrutura.....   | 53 |
| Figura 32 – Fatores chave para atração de um mercado de construção modular .....  | 65 |
| Figura 33 – Relação entre tipo de construção e o nível de modularização necessário.....                                   | 68 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 01 - Percentual nacional da produção de LSF por região.....                       | 27 |
| Tabela 02 – Principais restrições a implantação da modularização em uma localidade. .... | 41 |
| Tabela 03 – Orçamento fornecedor Kiaço.....  | 47 |
| Figura 04 - Tabela de pré-dimensionamento.....   | 48 |
| Tabela 04 - Tabela 6 NBR 6120/2019.....  | 50 |
| Tabela 05 - Tabela 6.1 Manual de Construção em Aço .....                                 | 52 |
| Tabela 06 - Combinações de carregamento.....   | 54 |
| Tabela 07 – Resultado da análise dos perfis.....   | 55 |
| Tabela 08 – Resultado e iterações .....  | 56 |
| Tabela 09 – Custos para execução dos serviços preliminares e fundações .....             | 57 |
| Tabela 10 – Custos para execução dos serviços preliminares e fundações .....             | 57 |
| Tabela 11 – Custos para execução dos serviços preliminares e fundações .....             | 58 |
| Tabela 12 – Custos para execução dos serviços de cobertura e proteções. ....             | 58 |
| Tabela 13 – Custos para execução dos serviços de revestimento e pintura .....            | 59 |
| Tabela 14 – Custos para execução dos serviços de pavimentação .....                      | 60 |
| Tabela 15 – Custos para execução dos serviços de instalação e aparelhos. ....            | 60 |
| Tabela 16 – Custos para execução dos serviços de complementação da obra .....            | 61 |
| Tabela 17 – Custos da mão de obra.....   | 61 |
| Tabela 18 – Comparativo entre os custos relativos. ....                                  | 62 |
| Tabela 19 – Custos para execução dos serviços de cobertura e proteções. ....             | 63 |

## LISTA DE ABREVIACÃO E SIGLAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

cm – Centímetro

CSN – Companhia Siderúrgica Nacional

COSIPA – Companhia Siderúrgica Paulista

FGV – Fundação Getúlio de Vargas

HIS – Habitação de Interesse Social

LSF – Light Steel Framing

mm – Milímetro

NBR – Norma Brasileira

PMCMV – Programa Minha Casa, Minha Vida

PVC – Policloreto de Polivinila

SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura do estado do Ceará

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 14 |
| <b>1.1 Problemática de pesquisa e questões motivadoras</b> .....    | 15 |
| <b>1.2 Problemas de pesquisa</b> .....                              | 16 |
| <b>1.3 Questões motivadoras</b> .....                               | 16 |
| <b>1.4 Objetivos Gerais e Específicos</b> .....                     | 16 |
| <i>1.4.1 Objetivos Gerais</i> .....                                 | 16 |
| <i>1.4.2 Objetivos Específicos</i> .....                            | 16 |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                                | 17 |
| <b>2.1 O sistema construtivo tradicional</b> .....                  | 17 |
| <b>2.2 História do aço no Brasil</b> .....                          | 19 |
| <b>2.3.A metodologia Light Steel Frame</b> .....                    | 23 |
| <i>2.3.1 Light Steel Frame no Brasil</i> .....                      | 23 |
| <i>2.3.1.1 Produção nacional de habitações pré fabricadas</i> ..... | 23 |
| <i>2.3.2 Produção nacional de estruturas em LSF</i> .....           | 26 |
| <i>2.3.2 Sistemas e subsistemas</i> .....                           | 29 |
| <i>2.3.3 Perfis metálicos</i> .....                                 | 32 |
| <i>2.3.4 Métodos de construção</i> .....                            | 33 |
| <i>2.3.4.1 O método Stick-Built</i> .....                           | 34 |
| <i>2.3.4.2 O método dos painéis</i> .....                           | 34 |
| <i>2.3.4.3 Construção modular</i> .....                             | 35 |
| <i>2.3.5 Ganhos de escala no LSF</i> .....                          | 38 |
| <b>2.4 O orçamento de obras</b> .....                               | 42 |
| <b>3 METODOLOGIA</b> .....  | 43 |
| <b>3.1 Subsistemas não modificados</b> .....                        | 46 |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>3.2</b>  | <b>Subsistemas modificados.....</b>                          | <b>46</b> |
| <b>3.3</b>  | <b>Dimensionamento da estrutura .....</b>                    | <b>48</b> |
| <b>4</b>    | <b>RESULTADOS .....</b>                                      | <b>56</b> |
| <b>4.1</b>  | <b>Serviços preliminares e fundações .....</b>               | <b>56</b> |
| <b>4.2</b>  | <b>Serviços da superestrutura .....</b>                      | <b>57</b> |
| <b>4.3</b>  | <b>Paredes e painéis.....</b>                                | <b>57</b> |
| <b>4.4</b>  | <b>Cobertas e proteções.....</b>                             | <b>58</b> |
| <b>4.5</b>  | <b>Revestimentos e pintura.....</b>                          | <b>59</b> |
| <b>4.6</b>  | <b>Pavimentação .....</b>                                    | <b>59</b> |
| <b>4.7</b>  | <b>Instalações e aparelhos.....</b>                          | <b>60</b> |
| <b>4.8</b>  | <b>Complementação da obra .....</b>                          | <b>60</b> |
| <b>4.9</b>  | <b>Mão de obra .....</b>                                     | <b>61</b> |
| <b>4.10</b> | <b>Participação nos custos .....</b>                         | <b>62</b> |
| <b>5</b>    | <b>CONCLUSÃO.....</b>  | <b>64</b> |
|             | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                      | <b>70</b> |
|             | <b>ANEXO A – Planta do pavimento térreo .....</b>            | <b>76</b> |
|             | <b>ANEXO B – Planta do pavimento térreo .....</b>            | <b>77</b> |
|             | <b>ANEXO C – Corte A-A e corte B-B.....</b>                  | <b>78</b> |
|             | <b>ANEXO C – Corte C-C e corte D–D.....</b>                  | <b>79</b> |
|             | <b>ANEXO D – Fachadas frente, fundo e laterais.....</b>      | <b>80</b> |
|             | <b>ANEXO E – Orçamento em alvenaria estrutural .....</b>     | <b>81</b> |
|             | <b>ANEXO F – Orçamento em Light Steel Frame.....</b>         | <b>84</b> |
|             | <b>ANEXO G– Memória de cálculo e quantitativos LSF .....</b> | <b>87</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O déficit habitacional na região metropolitana de Fortaleza é elevado, existem pelo menos 130 mil famílias que residem em moradias com estrutura inadequada (G1 GLOBO, 2020). A regularização de imóveis ainda é uma preocupação, diante disso, o Projeto de Lei Complementar nº 0176 de dezembro de 2014 realizou significativas mudanças organizacionais no governo para facilitar esse processo de regulamentação dos imóveis (CANAL HABITAÇÃO, 2020).

No âmbito nacional o programa Minha Casa Minha Vida tem sido o grande catalisador da construção de habitações para a população de baixa renda, até o ano de 2019 cerca de 7% da população brasileira havia se beneficiado do programa (DIÁRIO DO NORDESTE). Porém, o programa também produziu novas problemáticas, "Tivemos um movimento imenso de obras, mas quem o comandou e definiu onde se localizariam não foi o governo federal, e sim interesses de proprietários imobiliários, incorporadores e empreiteiras" (BBC NEWS BRASIL, 2020). Além disso, existe também a questão da ocupação do solo, terrenos mais próximos aos centros econômicos apresentam custos maiores de aquisição, conseqüentemente os empreendimentos para baixa renda foram alocados para regiões periféricas da cidade, dificultando o acesso a serviços públicos.

Portanto, apesar de relativo sucesso na implementação de políticas públicas de habitação, percebemos que ainda existem desafios e uma parcela da população sem acesso a moradia. No Ceará, com cerca de 8 milhões de habitantes, apenas 600 mil habitantes são obrigados a declarar seu imposto de renda (Receita Federal) o que demonstra o nível da desigualdade enfrentado no estado.

A moradia é de difícil acesso a população carente por necessitar de um grande aporte de capital frente a uma instabilidade no fluxo de caixa dessa parcela da população, soma-se a isso os altos custos administrativos para um baixo retorno sobre o capital (Von pischke, 1991), o que do ponto de vistas das empresas financeiras é pouco atraente. Em síntese, a iniciativa privada não consegue suprir totalmente a demanda por moradia no Ceará.

Nesse contexto desfavorável, a alvenaria tradicional artesanal se mostra como mais um empecilho. A produção artesanal de edificações além de gerar uma quantidade relativamente grande de entulho, possuem prazos mais longos de execução. Para que se possa aumentar a produtividade e diminuir o desperdício, uma das alternativas a construção



artesanal para contribuir à industrialização da construção civil são as estruturas metálicas (SILVA; SILVA, 2003).

Sabe-se que o Brasil é um dos maiores produtores de aço do mundo, porém, apenas uma pequena parcela desse aço é aplicada na construção de estruturas metálicas (CAMPOS, H. C, 2010). Por outro lado, a ausência de uma cultura de construção em estruturas metálicas e baixa qualificação de mão de obra dificultam a disseminação de tal método, o que em contrapartida impede que surja uma demanda que motive a formação de uma cadeia logística para produção das matérias primas necessárias a construção em *Light Steel Frame* (LSF).

Finalmente, a construção em aço permite a industrialização da construção, o que por sua vez permite uma maior produtividade e um menor desperdício (CAMPOS, H. C, 2010). Tais pontos são fundamentais em uma obra de escala como usualmente são as HIS, Penazzi *et al.* (2014) ressalta “uma vez que tais sistemas suprem a demanda da construção em massa, já que possuem concepção e fabricação voltadas à execução em série, com foco na qualidade de uso e operação do setor de habitação popular brasileiro”.

## **1.1 PROBLEMÁTICA DE PESQUISA E QUESTÕES MOTIVADORAS**

A habitação se apresenta como um dos maiores desafios ambientais, sociais e econômicos do século XXI. A questão da moradia está profundamente interligada com a qualidade de vida da população, nesse aspecto, ter uma residência que atenda apenas as necessidades básicas de abrigo e proteção não se mostra suficiente.

Nesse contexto, a construção de forma artesanal utilizada atualmente pode atuar como catalizadora no baixo desempenho dessas habitações, a ausência da industrialização dificulta a escalabilidade do processo de produção, aumentando custo e gerando desperdícios.

São diversas as facetas que podem ser elencadas referente a esse desafio, desde questões de ordem financeiras a problemáticas de ordem cultural e histórica. Portanto o foco desse projeto é avaliar o potencial da metodologia *Light Steel Frame* para a aplicação em HIS no estado do Ceará, compreendendo as problemáticas e avaliando a viabilidade de alternativas.

### **1.1.2 Problemas de pesquisa**

Baixa industrialização da construção civil. Os prazos elevados para a construção de Habitações de Interesse Social. Desperdício de matéria prima durante a produção das habitações. Conservadorismo presente no setor da construção civil.

### **1.1.3 Questões motivadoras**

- a) Qual o custo relativo das construções em concreto em relação as construções em LSF?
- b) Quais são os gargalos a implantação da metodologia LSF no Ceará?
- c) Qual a abordagem utilizada para construção em aço em outros países?
- d) Qual o elemento que representa o maior percentual do custo em uma construção de LSF n Ceará?

## **1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS**

Os objetivos direcionam o trabalho de pesquisa, permitindo o foco adequado na análise dos resultados obtidos e as metodologias utilizadas, permeando todos as etapas do trabalho.

### **1.2.1 Objetivos Gerais**

O objetivo geral do presente trabalho consiste na comparação de custos da construção tradicional e da metodologia Light Steel Frame no contexto de HIS; entender quais são as restrições regionais para a sua aplicação.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- a) Avaliação da estrutura logística do LSF no Ceará  
Avaliar como se poderia obter os insumos necessários para esse tipo de construção e qual é quais são as adaptações necessárias para o contexto local, além dos custos de transportes de possíveis alternativas
- b) Determinação do custo por metro quadrado do LSF para habitação de interesse social

Fazer um levantamento levando em consideração os custos de transporte e produção local da matéria prima, treinamento da mão de obra e custo de execução.

c) Comparar custos finais de construção

Realizar análise comparativa dos custos finais da construção em LSF e construção em alvenaria tradicional. Compreender aonde são encontrados os maiores custos da construção e por quê.

d) Entender qual a abordagem adequada para viabilizar a metodologia.

Analisar casos de aplicação em outros países, além de entender quais são as principais restrições a serem superadas para aplicar a metodologia. Esboçara alternativa compatível com o cenário regional.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Sabe-se que os problemas de produtividade na construção civil decorrem de diversos fatores sociais e econômicos. Pode-se dizer que a modularidade de certos sistemas construtivos é comprometida por diversos fatores, dentre eles estão as limitações do código de construção e as estratégias de diferenciação entre as empresas.

Ademais, o orçamento da construção da edificação pode ajudar a encontrar a localização dos maiores custos da construção, permitindo que se possa compreender as limitações de cada metodologia, além de esclarecer aonde focar para diminuir os custos de um determinado projeto.

### **2.1 O sistema construtivo tradicional**

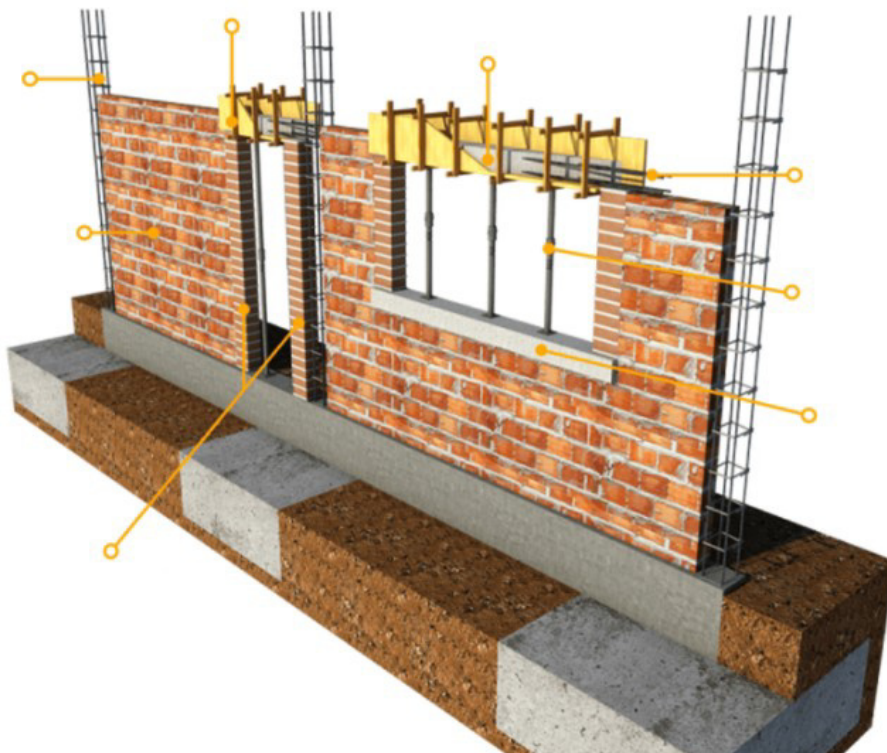
O sistema construtivo tradicional é composto de uma estrutura de concreto armado com as vedações realizadas em tijolo cerâmico. O grande diferencial dessa metodologia é a baixa necessidade de mão de obra qualificada e especializada, o que, apesar de facilitar a contratação de mão de obra local e barata, contribui para a ocorrência de um elevado índice de desperdício, além de constantes retrabalhos. É a metodologia construtiva mais utilizada no Brasil (PEREIRA, Caio; 2020).

Azevedo (1997, p125) ressalta que a alvenaria mais comum para o emprego em vedação é a de tijolo de barro cozido, sendo esse barro constituído basicamente de argila e pedra arenosa. Esse material é aplicado utilizando argamassa de assentamento, após a

construção das vedações a parede tem partes destruídas para a passagem de tubos e aberturas para esquadrias.

As alvenarias em tijolos cerâmicos são usualmente construídas com as fileiras de tijolos sendo posicionada a partir da primeira fileira, conhecida como primeira fiada. No caso da alvenaria estrutural não existe a construção de pilares, o que ocorre é o preenchimento de concreto e posicionamento de armaduras para formar as chamadas amarrações. Para adaptar os tijolos as dimensões adequadas referentes ao projeto os mesmos são quebrados em partes, provocando sobras e conseqüente desperdício. Existe a possibilidade de comprar tijolos diferente dos tradicionais tijolos de 6 furos, porém sua disponibilidade é limitada e exige um planejamento refinado das paredes de alvenaria.

Figura 01 – Construção em alvenaria



Fonte: BLOG PRA CONSTRUIR (2020).

No caso da utilização de vigas e pilares e de concreto os mesmos são executados utilizando formas de madeira (Figura 01), o procedimento é a construção das formas, posicionamento da armadura e então o preenchimento da forma com concreto, em seguida é aguardado o ganho de resistência do concreto.

Tanto na utilização de alvenaria estrutural como na metodologia em que se utiliza concreto armado existe uma predominância de trabalho em canteiro. O procedimento usual é

a encomenda de materiais conforme as demandas surgem, muitas vezes sem qualquer metodologia de planejamento, incorrendo em falta de material e desperdício.

Ademais, estruturas das metodologias supracitadas possuem limitações intrínsecas, o concreto necessita de um período adequado de cura, os elementos estruturais não podem ser construídos sem a utilização de formas para sua modelagem. As estruturas em concreto apresentam elevado peso próprio, o que torna necessária ainda o planejamento de fundações mais robustas para a edificação.

Além disso, a metodologia de construção tradicional busca executar a obra em grande parte no canteiro de obras, o que torna difícil a padronização e ganhos de escala dado que, cada construção se torna uma indústria temporária na qual, no caso das estruturas em concreto, permite um uso limitado de maquinário e exige um uso elevado de mão de obra em todas as suas fases.

Soma-se a isso a segmentação entre os diversos produtos que compõem uma estrutura, a logística dos produtores de insumos não é integrada com um produto em específico, é, na verdade, alinhada aos diversos projetos em andamentos. Essa divisão dificulta a compatibilização dos diversos produtos dos fornecedores, exigindo que no momento da execução sejam realizados cortes, quebras, dentre outras adaptações que provocam desperdícios e retrabalho.

## **2.2 História do aço no Brasil**

Em abril de 1941 foi fundada a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a primeira produtora integrada de aço plano no Brasil (COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL,2021), sendo sua fundação um dos principais marcos do estabelecimento de uma cadeia de produção e beneficiamento de aço. Outro marco importante para fomentar no Brasil o uso de aço na construção civil foi a criação da Fábrica de Estruturas Metálicas, pela CSN, tendo sido extinta em 1998. Durante sua existência houveram diversos projetos executados em estruturas metálicas visando formar mão de obra qualificada e difundir sua metodologia, notadamente o Edifício Avenida Central no Rio de Janeiro (Figura 02) (Oliveira 2018).

Figura 02 – Edifício Avenida Central.

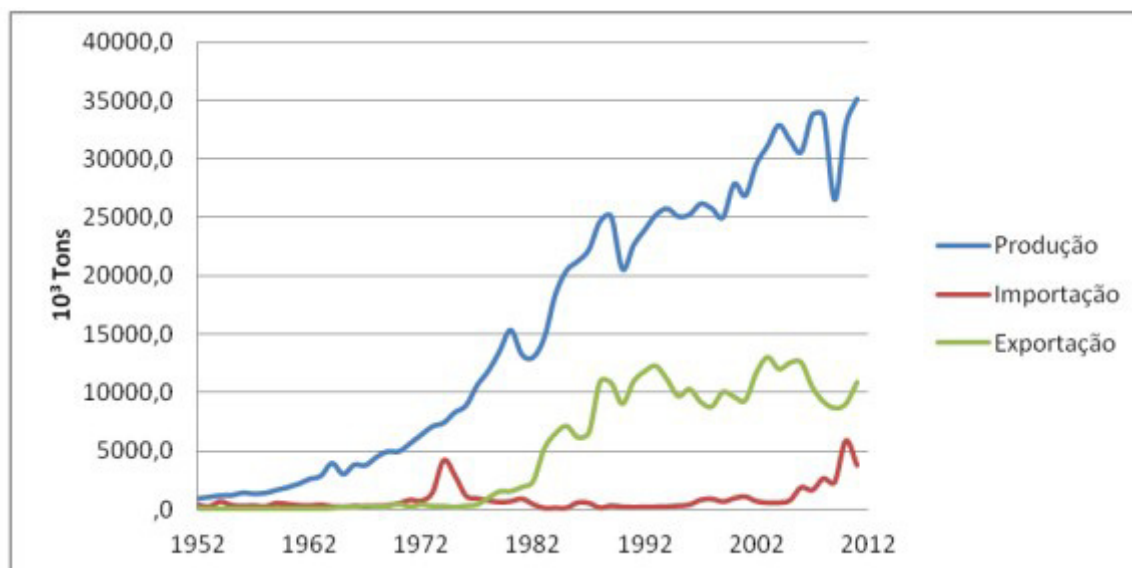


Fonte: LUCENA (2015).

O início da cadeia produtiva do aço no Brasil foi fortemente influenciado pelo estado, sendo a CSN um agente de destaque nessa implantação. Em 1971 foi concebido o Plano Siderúrgico Nacional (PSN) que tinha por objetivo quadruplicar a produção de aço no país e aumentar em 20% a exportação do metal. O PSN teve relativo sucesso ao conseguir aumentar em 300% a produção de aço até 1980, porém, essa iniciativa, apesar de trazer um forte crescimento para a indústria nacional, também gerou um endividamento de aproximadamente 25,5 Bilhões de reais no período de 1950 a 1990. (OLIVEIRA, SOUZA;2014).

Nesse contexto no ano de 1988 iniciou-se o plano nacional de desestatização, visando diminuir o endividamento do estado brasileiro e aumentar a eficiência da cadeia nacional de produção de aço. A privatização melhorou a maioria dos índices financeiros das indústrias abarcada com a arrecadação devido a privatização totalizando cerca de 8,2 bilhões de dólares.

Figura 03 – Consumo de aço bruto no Brasil



Fonte: IABR (2013).

Em 2011 o Brasil possuía uma capacidade instalada de 48 milhões de toneladas de aço, apesar disso, no mesmo ano a produção nacional foi de 35 milhões de aço. A produção inferior a capacidade instalada foi influenciada pelo baixo crescimento interno do país e aumento do custo de produção brasileiro, favorecendo o consumo interno de matéria prima importada.

Um ponto fundamental no que tange a urbanização e metodologias construtivas refere-se ao custo da matéria prima, um custo elevado se torna uma barreira de entrada. Vale lembrar que a demanda, em mercados competitivos, é inversamente proporcional aos custos de um insumo, sendo assim, a demanda de aço em modelos econométricos cai (*ceteris paribus*) conforme ocorre o aumento de preço (Valdes, 1988).

O aumento do preço real do aço a partir dos anos 2000 (Figura 04) fortalece uma dinâmica na qual se opta por consumir matérias primas de outras fontes, no caso da construção civil a preferência por construções usando metodologias tradicionais ou industrializadas que não envolvam o uso do aço.

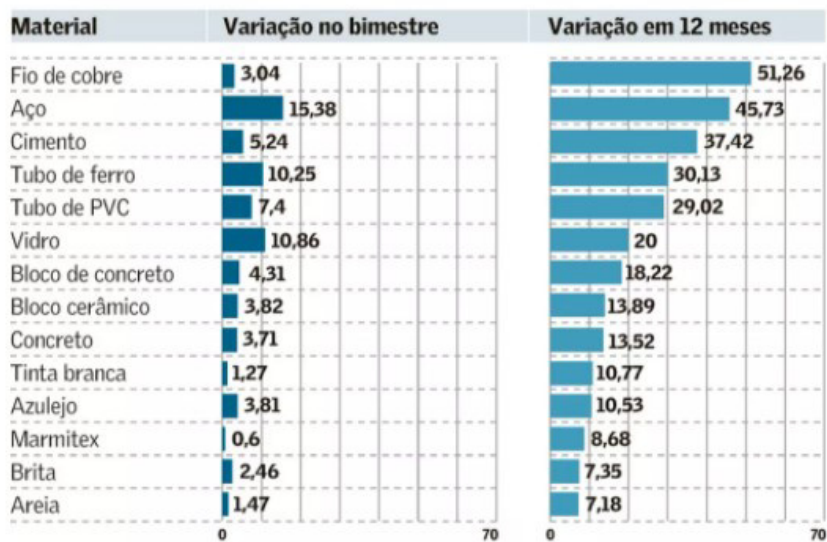
Figura 04 – Preço ajustado do aço bruto no Brasil



Fonte: FGV (2011)

Vale ressaltar que o aumento foi fortalecido nos últimos meses de 2020 devido a pandemia do novo coronavírus, com as restrições e mudanças na dinâmica dos mercados globais o aço sofreu aumentos sucessivos de preço (RIBEIRO *et al.*).

Figura 05 – Aumento dos insumos na construção civil no ano de 2020



Fonte: FGV (2020)

Nesse contexto, apesar de possuímos capacidade instalada suficiente para a produção de aço, existe um forte atrito para a instalação de uma infraestrutura para produção de



estruturas em LSF. Soma-se as dificuldades de custos o atrito de uma mudança de paradigma na construção civil, levando em consideração que cerca de 80% das construções no Brasil seguem a metodologia tradicional usando concreto armado (AMBROZEWICZ, 2012). Além disso o Brasil é detentor de cerca 8,3% da reserva mundial de aço e 19% da produção mundial, o que o torna um dos principais agentes econômicos globais (SILVA, 2012).

### **2.3.A metodologia Light Steel Frame**

LSF é um sistema construtivo constituído por uma estrutura em perfis de aço, normalmente formatados a frio. Por serem elementos em aço, a esbeltez das estruturas em LSF é superior à das peças de concreto armado. Os perfis mais utilizados para a concepção da estrutura são os perfis em U, cantoneiras simples e duplas. A utilização de perfis padronizados facilita uma maior precisão no projeto e execução.

#### **2.3.1 Light Steel Frame no Brasil.**

Na década de 1990 temos o surgimento do LSF no Brasil, substituindo o *baloon Frame*. Nos anos 2000 surgiram também as primeiras normas para regularizar as construções de aço formado a frio. Destaca-se ainda a elaboração dos manuais para construção elaborados pelo Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA) e o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), manuais os quais tratam desde a parte executiva e arquitetônica até o dimensionamento da estrutura. Outro passo fundamental para a difusão do LSF no Brasil foi a abertura do financiamento pela Caixa Econômica para construções industrializadas, a qual conta desde 2009 com uma linha de crédito para construtores que adotam tais sistemas (OLIVEIRA,2018).

##### **2.3.1.1 Produção nacional de habitações pré-fabricadas**

Com o crescimento da construção civil na década de 2000 no Brasil e no mundo, surgiram diversas alternativas para a construção de residências populares, sendo as mais promissoras a elaboração de “kits” de construção. Tais alternativas eram de forma simplificada o esqueleto estrutural da residência, construídos em aço e focados em reduzir custos, além de alguns permitirem a autoconstrução.

Em 2003 a Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA) apresentou um projeto de kit que permitia a construção de uma casa de 36m<sup>2</sup> em 10 dias, enquanto usando uma

metodologia convencional esse tempo é estimado em 40 dias. A casa citada custa em média 13.500\$ (47.805,18\$ convertidos pelo IPCA do ano de 2003 para o ano de 2021), nesse orçamento está incluso o acabamento em piso cerâmico e azulejo. Soma-se isso a capacidade de aumentar a residência adquirindo mais kits, dando flexibilidade à habitação (COSIPA,2003).

Outro projeto surgido no mesmo período foi da “Casa Fácil Gerdau”, o projeto foi elaborado com o intuito de prover uma estrutura para a construção de residências que apresentasse um baixo custo, facilidade de montagem e necessitasse de matéria prima de fácil acesso. O resultado foi a elaboração de um kit de perfis metálicos e ligações para atuar como estrutura da habitação (BEREZUTCH,2002).

Figura 06 - Kit Casa Fácil Gerdau



Fonte: BERZUTCH (2002, p.3.)

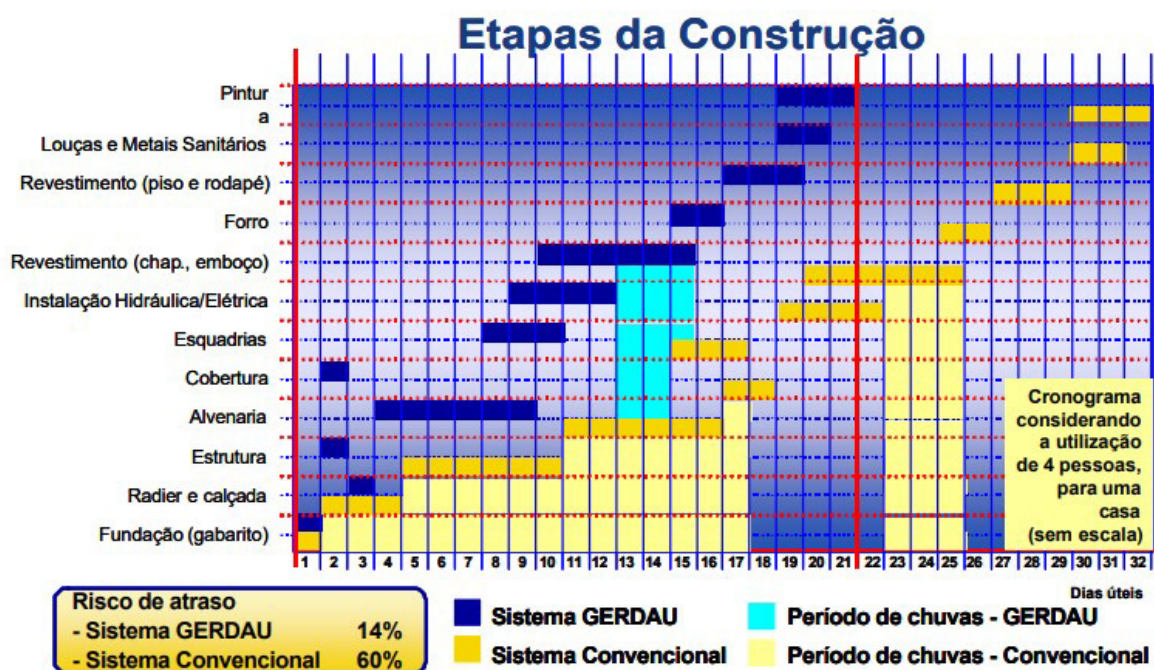
Figura 07 - Kit Casa Fácil Gerdau montado.



Fonte: BEREZUTCH (2002, p.6.)

O projeto da Casa Fácil Gerdau tinha outra característica relevante, como apenas a estrutura era fornecida, toda a vedação, esquadrias e outro sistemas construtivos eram executadas conforme os métodos tradicionais de construção. No entanto, o ganho de velocidade na construção ainda era notável com uma redução de 30% no tempo total do cronograma considerando uma unidade isolada (BEREZUTCH,2002).

Figura 08 - Kit Casa Fácil Gerdau cronograma.



Fonte: BEREZUTCH (2002, p.8)

Por fim vale ressaltar o risco de atraso da construção da Gerdau em comparação com a metodologia tradicional de construção, o sistema sofre um impacto bem menor de intempéries, notadamente a ocorrência de chuvas, no cronograma (Figura 08). Além disso a estrutura em aço não necessita de um período de cura, traço ou qualquer tratamento in loco, por ser um sistema exclusivamente mecânico e relativamente simples os números de atividades no fluxo são reduzidos, dado que o que ocorre, na realidade, é um processo de montagem.

### 2.3.1.2 Produção nacional de estruturas em LSF

A situação do LSF no Brasil apresenta estabilidade, a produção em toneladas de LSF de 2017 a 2018 apresentou um crescimento de 3,5%, enquanto no ano de 2018 para 2019 não houve variação. Já a capacidade produtiva instalada de LSF no Brasil caiu 17% de 2017 para 2019, sendo ainda apenas um quarto dessa capacidade sendo de fato utilizada pelos fabricantes (ABCCEM, CBCA, 2021).

Figura 09 - Distribuição de produtores de LSF no Brasil.



Fonte: ABCEM,CBCA (2021, p.6)

Vale ressaltar que a disseminação do LSF no Brasil não é igualitária, mais de 50% dos produtores se encontram na região Sudeste (Figura 09), próximos a polos industriais e ao quadrilátero ferrífero. Apesar de que, quando observados os dados da produção de perfis, e não apenas os de número de produtores, a região Nordeste vem apresentando uma tendência de crescimento na sua participação na produção nacional (Tabela 01).

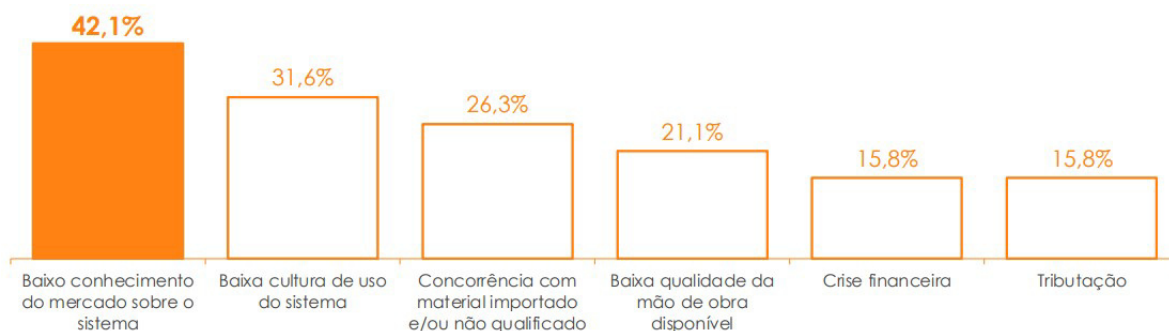
Tabela 01 - Percentual nacional da produção de LSF por região.

| REGIÃO                  | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------------------------|------|------|------|
| SUDESTE                 | 55%  | 38%  | 44%  |
| SUL                     | 35%  | 43%  | 41%  |
| CENTRO OESTE / NORDESTE | 10%  | 19%  | 15%  |

Fonte: ABCEM,CBCA (2021, p.15)

Ainda, quando questionado aos produtores de LSF qual a sua percepção quanto as dificuldades externas para o crescimento da sua produção, a mais citada foi “baixo conhecimento do mercado sobre o sistema”, seguido de “baixa cultura de uso para o sistema”.

Figura 10 - Principais dificuldades externas para o crescimento da fabricante de LSF.



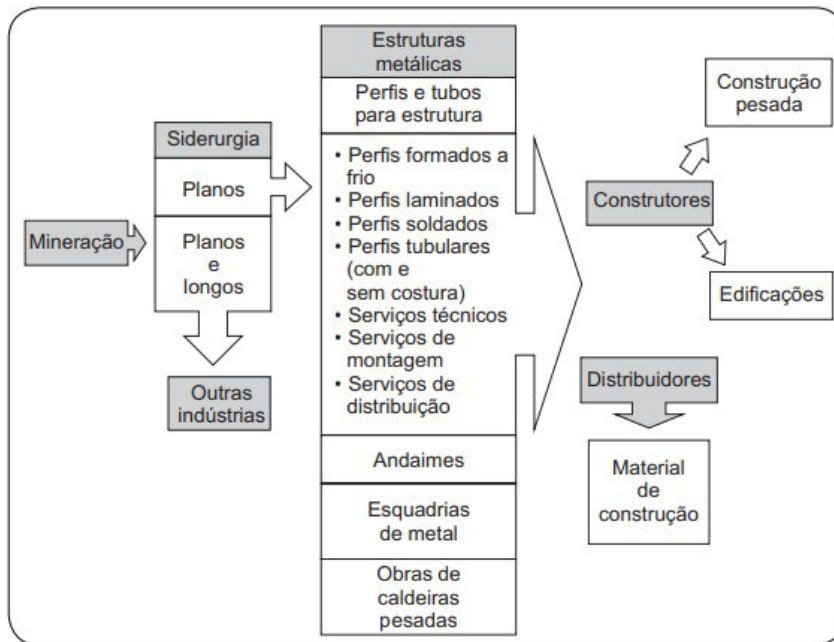
Fonte: ABCEM,CBCA (2021, p.24)

Quando questionados sobre as dificuldades internas a resposta “capital de giro” foi a observada em maior percentual (25%). Existindo então dois problemas em evidência, a dificuldade de manter os custos sobre controle e ter uma menor necessidade de capital de giro e uma maior confiabilidade do mercado com relação a metodologia LSF. A distância dos centros produtores é um importante fator a ser considerado quando mais de 50% do valor de uma estrutura metálica advém do custo do aço.

No que tange à distribuição do produto final, bom desempenho logístico é um fator que contribui para redução de custos, principalmente em relação à armazenagem. A dimensão continental do território brasileiro implica um elevado custo do transporte. Além disso, para se garantir a qualidade das peças é fundamental grande cautela no manuseio e no embarque, a fim de evitar empenos, dobras e outras deformações (Faleiros, Junior, Santana, 2011, p. 56),

Portanto é imprescindível o entendimento do percurso o aço do minério de ferro até a formação dos perfis metálicos.

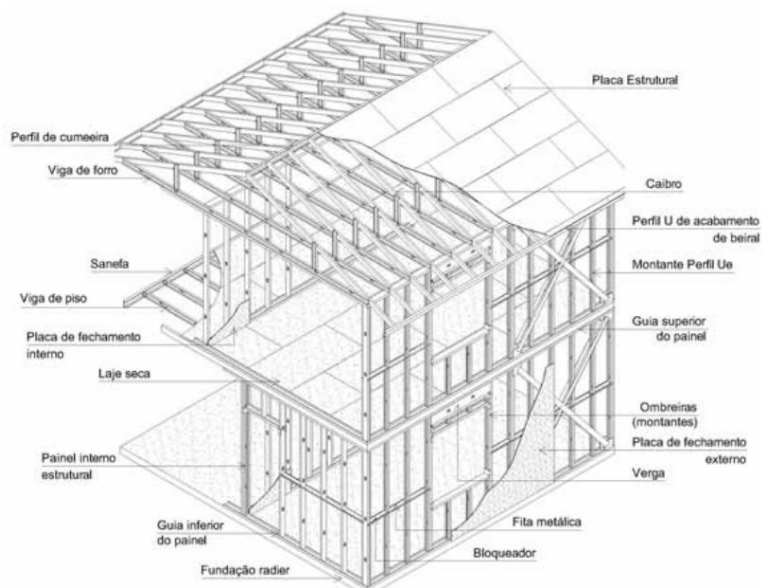
Figura 11 - Resumo da cadeia produtiva da indústria brasileira de estruturas metálicas



Fonte: Faleiros, Júnior, Santana (2011, p.50)

**2.3.2 Sistemas e subsistemas.**

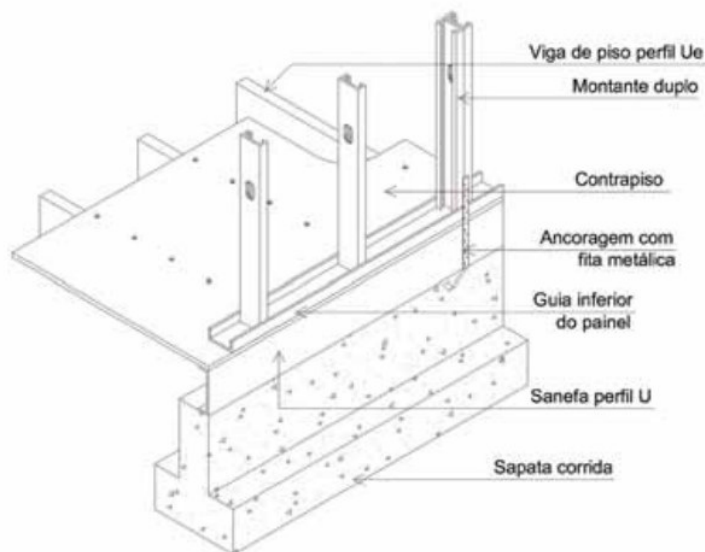
Figura 12 – Esquema de residência em LSF



Fonte: SANTIAGO (2006, p.14).

Os perfis utilizados para esse fim usualmente são perfis em U. Devido ao baixo peso específico dos elementos é importante estar atento ao contraventamento da estrutura. Para combater os carregamentos horizontais utilizam-se de fitas de contraventamento, bloqueadores e treliças de contraventamento.

Figura 13 – Detalhe da fundação em sapata LSF

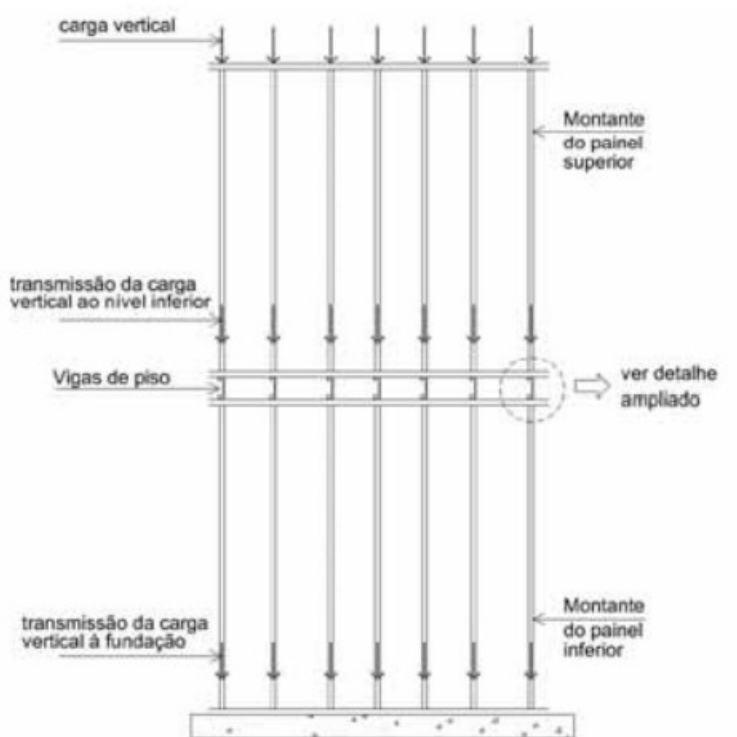


Fonte: SANTIAGO (2006, p.27).

As cargas verticais são transferidas em maior parte por contato direto entre perfis em U, os chamados montantes. Para uma transferência eficiente das solicitações os elementos estruturais são preferencialmente dispostos alinhados, sendo os montantes do pavimento superior alinhado com o do pavimento imediatamente inferior, dessa forma são evitadas excentricidades e a necessidade de reforços estruturais, conceito chamado de “*in-line framing*” (SANTIAGO,2006)



Figura 14 – Estrutura Alinhada

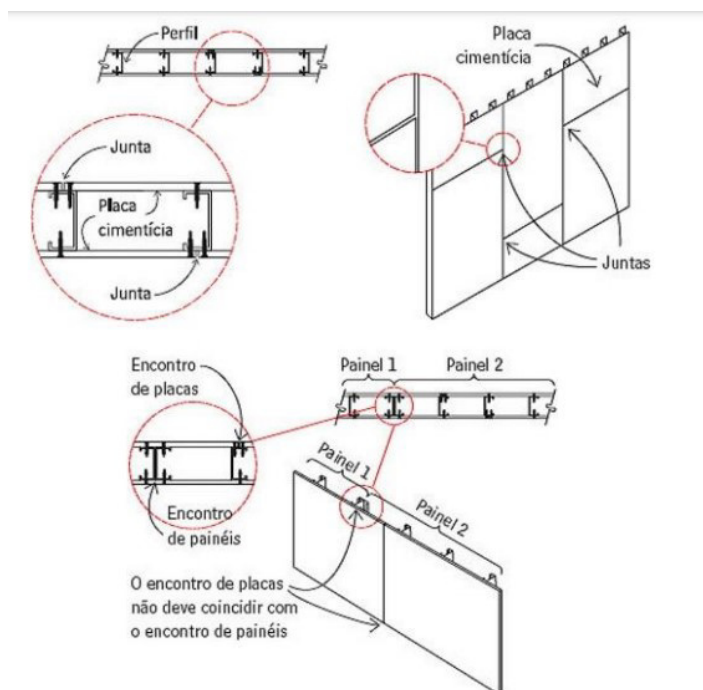


Fonte: SANTIAGO (2006, p.32.)

No fechamento das estruturas são utilizadas principalmente placas de gesso acartonado, placas OSB e placas cimentícias. As placas cimentícias (Figura 14) podem ser utilizadas em áreas externas e molhadas. Tais elementos são ideias para o uso em sistemas LSF devido a sua leveza e resistência estrutural, além de baixa condutibilidade térmica (OLIVEIRA,2018).

As placas de gesso acartonado são utilizadas nos ambientes internos e existem modelos com maior resistência a umidade para serem utilizados em banheiros e áreas afins, porém seu desempenho não se adequa a uso externo.

Figura 14 – Placa cimentícia



Fonte: OLIVEIRA (2018, p.87.)

A cobertura de uma edificação em LSF possui sistemática semelhante à de metodologias convencionais, a principal diferença refere-se à substituição do engradamento (ripas, caibros, tesouras, treliças e contraventamento) de madeira por perfis metálicos, outra mudança importante é colocação de placas de OSB para o apoio das telhas cerâmicas somadas a proteção de mantas de impermeabilização (OLIVEIRA 2018).

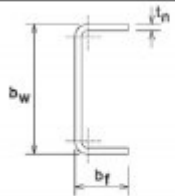
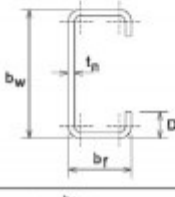
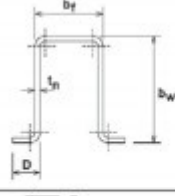
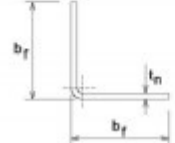
### 2.3.3 Perfis metálicos

Segundo a NBR 6355 (Abnt,2003) os perfis metálicos formados a frio são obtidos a partir de principalmente dois processos: os perfis são dobrados em prensas dobradeiras ou os perfis são moldados em perfis por perfilagem em conjunto de matrizes rotativas de tiras de aço. Os perfis são chamados de moldados a frio pois o processo de transformar as chapas em perfis é realizado sem aquecimento

Os perfis são usualmente formados em seções de formato “C” ou “U” enrijecido (Ue), além disso as espessuras das chapas utilizadas para a formação dos perfis está entre 0,8 e

3mm, devendo ter um limite de escoamento superior a 230 Mpa (ABDI, 2015). Os perfis são padronizados pela NBR 6355 (ABNT, 2012) (Figura 15).

Figura 15 – Perfis padronizados de aço

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

Fonte: NBR 15253 (2005)

Outro aspecto importante é a galvanização, processo no qual o perfil de aço é revestido por uma camada de zinco que tem uma função de dupla proteção: servir de barreira física e de metal de sacrifício para o perfil metálico.

### 2.3.4 Métodos de construção.

De acordo com Freitas e Castro (2006) Existem três metodologias principais de construção em LSF, são elas: o método *stick-built*, o método de construção modular e o método por painéis.

### 2.3.4.1 O método Stick-Built

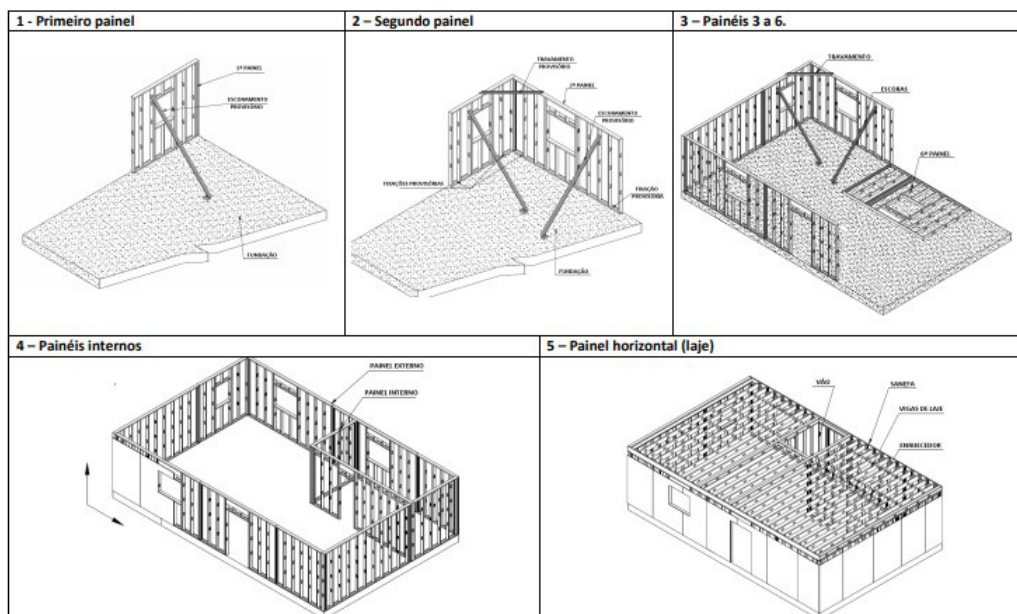
O método *stick-built* trata de uma metodologia de construção mais tradicional, onde os perfis de aço são levados para o canteiro e a estrutura é construída *in loco*. Nesse caso é necessário que exista espaço em campo para armazenamento dos perfis de forma adequada e, além disso, espaço hábil para a montagem dos painéis.

### 2.3.4.2 O método dos painéis

No método dos painéis a estrutura é parcialmente montada em fábrica, as barras são unidas formando painéis que serão conectados no canteiro. Os painéis podem ser revestidos e receber sua camada de isolamento térmico ainda na fábrica ou podem ter apenas a estrutura metálica sendo montada antes de serem levados para o canteiro.

Os painéis de LSF são relativamente leves, podendo ser transportados com facilidade pelo canteiro de obras. A produção prévia dos painéis permite a utilização de técnicas da indústria para aumentar a eficiência da construção, além de diminuir os custos de mão de obra e espaço para armazenamento (LIMA,2013).

Figura 16 - Modelo integrado para projeto de estruturas em aço

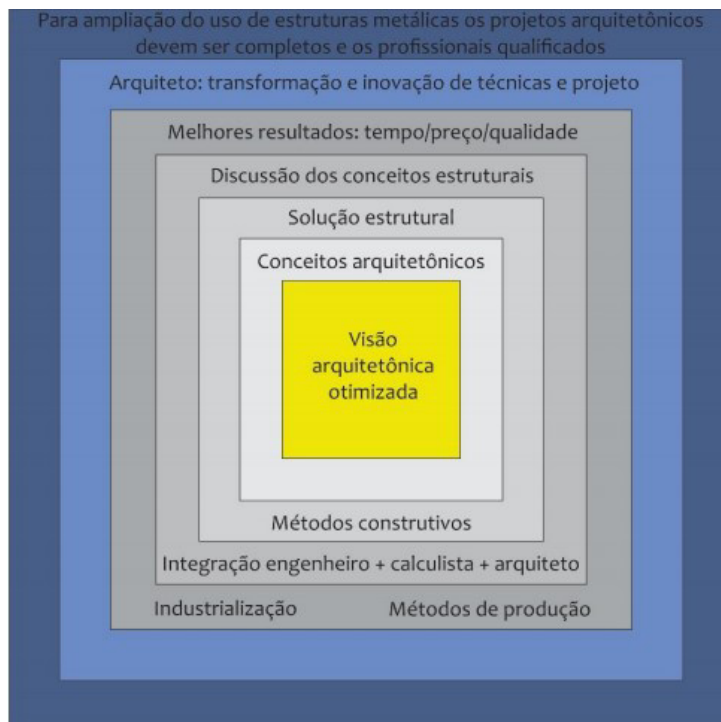


Os ganhos chegam a reduzir em um quarto o tempo necessário para erguer um painel quando ele já chega montado no canteiro, tais ganhos podem ser ainda maiores se os painéis receberem o revestimento em fábrica. Vale ressaltar que os painéis produzidos nas fábricas estão protegidos de intempéries as quais estariam expostos no canteiro, diminuindo o risco de atrasos (SHI, YUE, 2009).

### 2.3.4.3 Construção modular

Na construção modular a industrialização é máxima, nesse modelo a casa é construída em módulos, com o revestimento, louças e outras estruturas adjacentes já instaladas antes de chegar no canteiro. No canteiro então é feita apenas a instalação dos módulos. Das metodologias construtivas apresentadas a construção modular é a que exige mais integração e planejamento para a sua execução adequada.

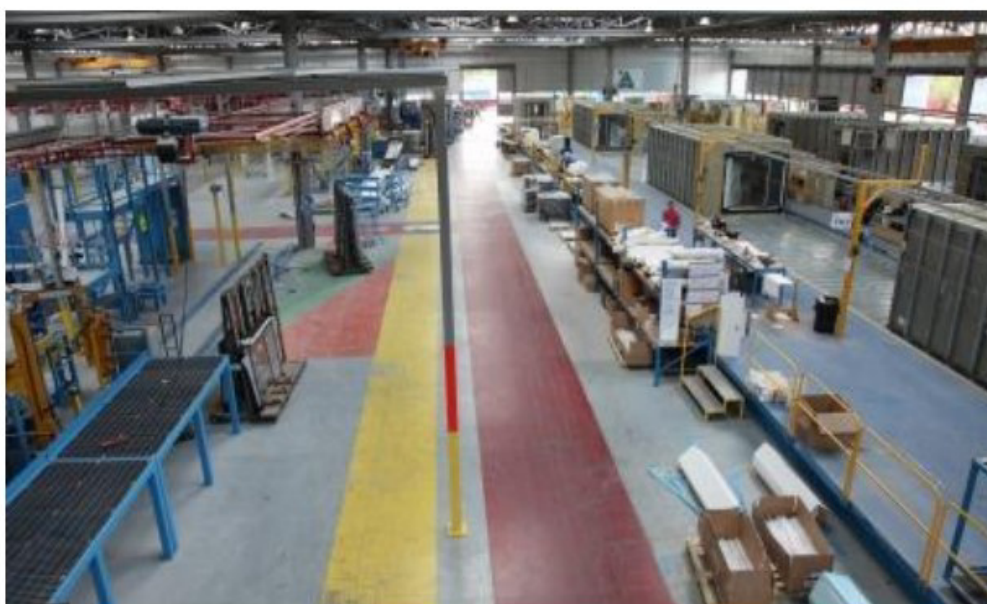
Figura 17 - Modelo integrado para projeto de estruturas em aço



Para que ocorra o adequado abastecimento da construção é necessário que exista uma entidade responsável por construir os módulos que serão utilizados em campo. A indústria da modularização vem crescendo no mundo com grandes expoentes, como o Japão e a sua Toyota Housing e a Boklok na Suécia.

Uma fábrica de edificações modulares de grandes proporções emprega de 140 a 150 trabalhadores, já fábricas menores possuem equipes de 60 a 70 trabalhadores. Uma fábrica de grande porte tem entrega viável economicamente de 700 a 900 quilômetros (distâncias considerando o porte das rodovias norte-americanas) podendo construir até 120 módulos por dia (VELAMETI, 2012). Tais fábricas podem atuar com linhas de produção automatizadas ou não.

Figura 18 – Linha de produção de módulos para a construção civil.



Fonte: VELAMETI (2012)

É possível ressaltar o desafio logístico referente a cada metodologia, apesar da vantagem da padronização e diminuição de custos com ganho de escalas, metodologias industrializadas necessitam de uma maior capacidade instalada para a sua execução e transporte (CSSBI, 2005). Ademais um dos fatores determinantes para o sucesso de uma operação de estrutura modular é a presença de uma infraestrutura de transporte compatível com as necessidades da modularização.

Figura 19 - Módulo preparado para transporte.



Fonte: VELAMETI (2012)

Além do custo base, a operação do transporte também necessita ser cuidadosamente planejada, principalmente devido a possibilidade da ocorrência de bloqueios, vias interditadas, viadutos, dentre outras adversidades.

Com os módulos já posicionados no local da construção a montagem é realizada. A utilização do guindaste para o posicionamento também é um item que pode provocar aumentos consideráveis de custo. Para o guindaste existem os custos de aluguel e os custos de transporte do mesmo. Devido a necessidade de guindastes robustos também é necessário um cuidadoso planejamento para o seu transporte.

Figura 20 – Guindaste posicionando módulos de Light Steel Frame



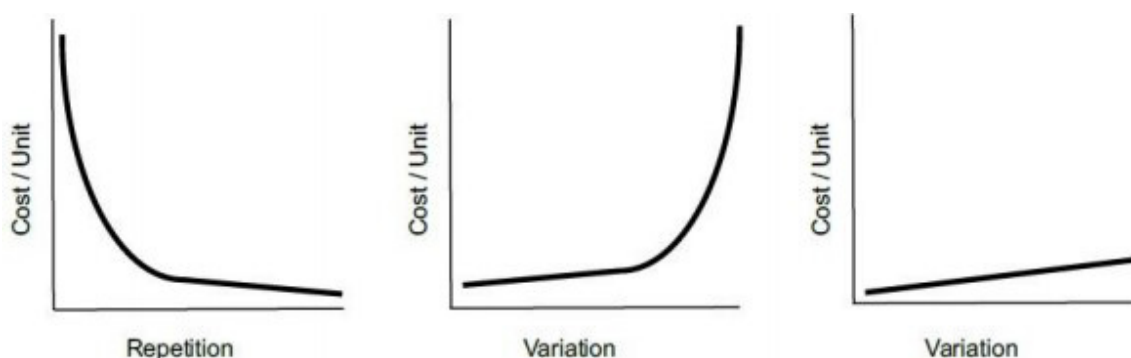
Fonte: VELAMETI (2012)

É importante ressaltar que após a montagem ainda são necessários ajustes na edificação como colocação de escadas, acabamento externo, acabamento interno, elevadores dentre outras operações a depender do grau de pré-fabricação.

### 2.3.5 Ganhos de escala no LSF

A industrialização máxima não necessariamente é a melhor alternativa para toda construção, a visão do canteiro de obras como uma fábrica virtual na qual é necessário um maquinário flexível e modular para funcionar vem se solidificando na construção civil. O conflito entre padronização de fábrica e flexibilidade arquitetônica é o cerne desse movimento (LI *et al.*, 2019).

Figura 21 – Gráficos representando Custo x Customização



Fonte: SIMTH (2010)

Em contrapartida, os maiores ganhos dos métodos industrializados advêm da capacidade de escalar e padronizar a produção. Para isso é importante aglomerar a preparação dos elementos construtivos em centros que possam desenvolver e processar os insumos solicitados. Esses centros são as fábricas de módulos bidimensionais ou tridimensionais para a construção civil.

Os impactos de construções realizadas em módulos foram estimados em cerca de 4% nos custos finais de uma mesma residência construída totalmente no local da obra (VELAMATI, 2012), enquanto um estudo realizado pela Mckinsey (BERTRAM *et al.*, 2019) estimou que construções modulares podem acelerar em até 50% a execução de uma



construção e cortar até 20% dos custos, quando a metodologia pré-fabricada é comparada com a metodologia tradicional

Figura 22 – Potencial de diminuição de custos em construções com a modularização

| Buildings <sup>1</sup> | Construction expenditure <sup>2</sup><br>\$ <sup>a</sup> bn, 2017 | Additional addressable volume <sup>3</sup> | Market potential<br>\$ bn | Savings potential <sup>4</sup> | Savings volume<br>\$ bn | Rationale                  |                        |                            |
|------------------------|---|--|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
|                        |   |  |                           |                                |                         | Repeatability <sup>5</sup> | Unit size <sup>6</sup> | Value density <sup>7</sup> |
| Residential            | Single family   | 376  | 30                        | 5                              | High                    | Low                        | Medium                 | Medium                     |
|                        | Multi-family  | 277  | 45                        | 6                              | Medium                  | High                       | High                   | Medium                     |
| Commercial             | Office buildings  | 77   | 10                        | 2                              | High                    | Medium                     | Medium                 | Medium                     |
|                        | Hotels  | 40   | 10                        | 2                              | High                    | High                       | High                   | High                       |
|                        | Retail  | 42   | 5                         | 1                              | Medium                  | Low                        | Low                    | Medium                     |
|                        | Logistics/Warehouse   | 46   | 10                        | 1                              | High                    | Medium                     | Medium                 | Medium                     |
| Public                 | Schools   | 59   | 15                        | 3                              | High                    | High                       | High                   | Medium                     |
|                        | Hospitals   | 41   | 5                         | 1                              | Medium                  | High                       | High                   | High                       |
| Other buildings        | 70  | 5  | 1                         | Medium                         | Low                     | Low                        | Medium                 |                            |
| <b>Buildings total</b> | <b>1,027</b>  |  | <b>135</b>                |                                | <b>22</b>               |                            |                        |                            |

Fonte: BERTRAM *et al.*, (2019)

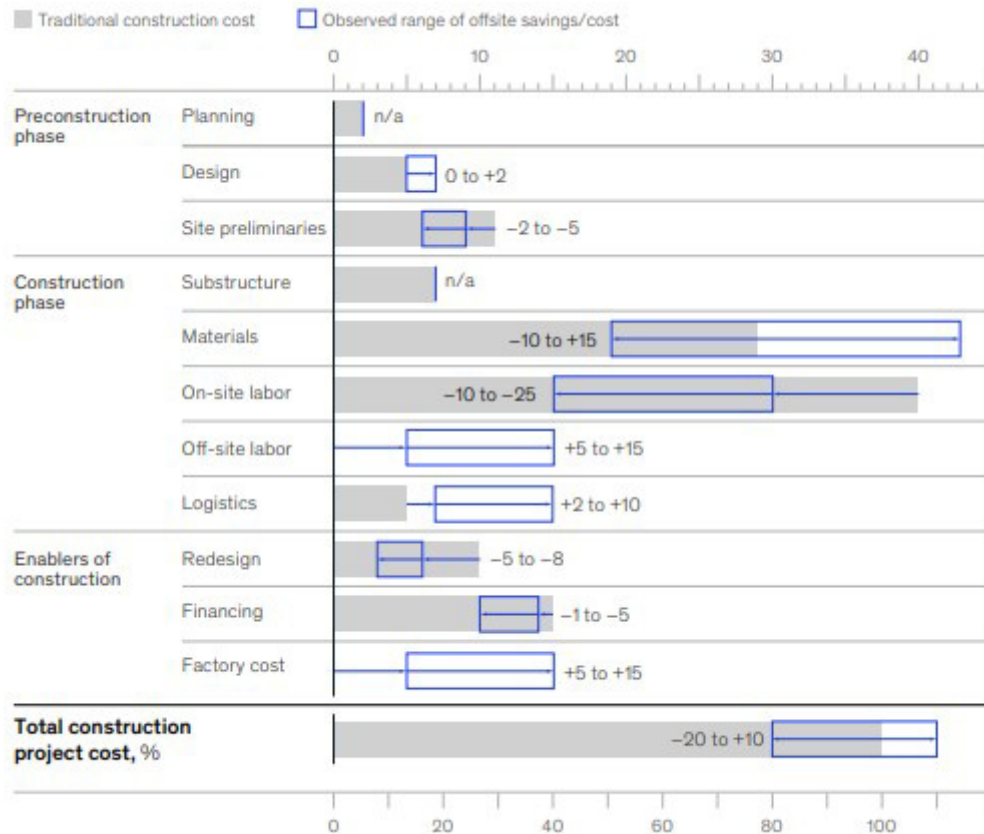
O Método de construção LSF se beneficia da repetitividade das obras (Figura 22), quanto mais essa característica estiver presente maior será a eficiência da construção. Outrossim, a compatibilidade com o projeto arquitetônico é fundamental, a concepção arquitetônica já deve ser realizada tendo em pauta a metodologia construtiva, devem-se adotar medidas padronizadas os elementos do projeto, tendo em face que dessa forma é otimizado os montantes metálicos das paredes estruturais da edificação. Porém a padronização não depende apenas de um agente:

Contudo, deve-se levar em conta a diferença crucial entre a pré-fabricação em Arquitetura e as demais indústrias: estas estão integradas, tanto na etapa de planejamento quanto para o gerenciamento de recursos da cadeia de suprimentos; já na construção civil a cadeia é extensa e o modo de trabalho fragmentado (Oliveira, 2014, p.33)

Soma-se a isso o impacto dos custos logísticos na composição final da edificação, a diminuição de até 20% dos custos com a modularização acompanha um risco de aumento de

até 10% nos preços totais, risco provocado pela variabilidade dos custos logísticos, como evidencia o gráfico (Figura 23):

Figura 23 – Comparação dos custos da construção tradicional (Cinza) com a variação obtida com a modularização (azul).



Fonte: BERTRAM *et al.*, (2019)

Ademais, a modularização não é um processo único, existem diversas escalas possíveis de modularização, como foi supracitado o modelo da construção em painéis funciona como uma possibilidade que diminui o risco dos custos logísticos e aumenta a flexibilidade, devido a um menor número de componentes a serem pré-fabricados.

Por fim, a modularização é um processo de interdependência entre elementos de uma longa cadeia de produção, portanto deve ser cuidadosamente adaptado a realidade local, levando em conta fornecedores, capacidade de transporte, mão de obra capacitada, mercado consumidor, dentre outros.

Tabela 02 – Principais restrições a implantação da modularização em uma localidade.

| Rank | Restrição para a modularização                     | Agente de maior impacto |
|------|--|-------------------------|
| 1    | Falta de coordenação e comunicação entre as partes | Privado                 |
| 2    | Alto custo de capital                              | Ganho de escala         |
| 3    | Falta de suporte governamental                     | Governo                 |
| 4    | Falta de conhecimento técnico e experiência        | Privado                 |
| 5    | Falta de norma de construção e padrões             | Governo                 |
| 6    | Falta de integração na cadeia de suprimentos       | Governo                 |
| 7    | Custos elevados de transporte                      | Governo                 |

Fonte: Adaptado pelo autor de SUN *et al.*, (2020).

Para que o ganho de escala seja consolidado e torne atraente a utilização de métodos altamente industrializados (módulos com mais de 60% da sua constituição construída em fábrica sendo tridimensionais) estima-se, para uma fábrica, uma produção de 1000 unidades anualmente. A partir desse nível torna-se interessante investir em automação e conseguir diminuir de forma acentuada os custos.

Além disso é possível a utilização de parcerias para diluir os riscos e garantir a cadeia de suprimentos. Como elucida o chefe de pesquisa e desenvolvimento da BokLok:

Portanto, hoje temos uma fábrica que possuímos e controlamos completamente, por nós mesmos. Em seguida, definimos as fábricas parceiras, bem como as fábricas de fornecedores. Eles são semelhantes as nossas, mas são empresas separadas. Fazemos parcerias com elas, então elas nos fornecem principalmente elementos volumétricos, mas também alguns dos materiais complementares, com esse arranjo temos uma boa solução para todos e conseguimos balancear os nossos riscos (LESSING, 2019, tradução nossa)

BokLok é uma empresa Sueca originada da parceria entre a IKEA (varejista de móveis norte-americana) e a Skanska (empresa Sueca de construção civil). A BokLok conseguiu relativo sucesso no mercado europeu construindo residências modulares. A empresa adota uma estratégia na qual forma parcerias com diversos fornecedores objetivando uma relação de longo prazo. O diferencial de tais parcerias é que a empresa garante a compra de insumos desses fornecedores e, em contrapartida, exige um determinado padrão e adapta os fornecedores as suas necessidades.

Além disso, a BokLok faz a contratação de agentes terceirizados para a construção em canteiro da edificação. Os construtores contratados não seguem o procedimento

tradicional da construção, solicitando os insumos quando surge a demanda, ao contrário, as construções da empresa adotam a filosofia “*just in time*”, na qual os elementos devem chegar ao momento exato da instalação, evitando estoques e riscos desnecessário. Dessa forma uma indústria consegue atingir escala diversificando os riscos entre os seus fornecedores. (GOMEZ QUESADA, IDONE, MEUSCHKE, TEBOUL,2007). Ademais, consegue garantir que a fábrica principal esteja sempre operando em 100% da sua capacidade.

## **2.4 O orçamento de obras**

A elaboração de um orçamento nada mais é do que uma estimativa do que será gasto em uma obra. O orçamento permite a adequada alocação de recursos além de uma visão global do processo construtivo, facilitando o planejamento e a eliminação de gargalos para uma execução otimizadas. É importante ressaltar que o orçamento também permite que as partes estejam preparadas para os aportes de capital necessário e tenham clareza do custo total.

Os orçamentos podem ser classificados em três grandes grupos, conforme o nível de detalhe: Estimativas de custos, orçamentos preliminares, orçamentos analíticos. As estimativas de custo levam em conta os custos unitários básicos pré-determinados em bases de dados. No orçamento preliminar são levantados os itens de maior custo, levando em conta a experiência do orçamentista, e para esses itens são feitas pesquisas de preço mais detalhadas (MATTOS, 2006).

Um orçamento analítico é preparado em duas fases, inicialmente tem-se o levantamento de quantitativos, aonde são levantadas as quantidades de cada material presente no projeto. O mesmo pode ser extraído automaticamente em plataformas onde ocorre a construção virtual ou pode ser feito manualmente observando o projeto arquitetônico e estimando as quantidades de material necessária para cada parte da construção.

A segunda fase leva em conta a formação de composições. As composições são formadas levando em conta os custos totais para a execução de um determinado elemento, levando em conta a mão de obra e o tempo necessário para a execução de uma unidade (Figura 24)

Figura 24 - Formação de custo unitário SEINFRA

| Tabela de Custos - Versão 026.1 - ENC. SOCIAIS 85,20%  |  |         |              |         |          |
|--|--|---------|--------------|---------|----------|
| C0068 - ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO DE CONCRETO (14x19x39)cm<br>C/ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA ESP=14 cm |  |         |              |         |          |
| Preço Adotado: 60,3900   |  |         |              |         | Unid: M2 |
| Código   | Descrição                                    | Unidade | Coefficiente | Preço   | Total    |
| MAO DE OBRA  |  |         |              |         |          |
| I2543  | SERVENTE                                     | H       | 0,9100       | 13,2100 | 12,0211  |
| I2391  | PEDREIRO                                     | H       | 0,8000       | 17,8300 | 14,2640  |
| TOTAL MAO DE OBRA  |  |         |              |         | 26,2851  |
| MATERIAIS  |  |         |              |         |          |
| I0230  | BLOCO DE CONCRETO 14x19x39cm -<br>ESTRUTURAL | UN      | 13,1300      | 2,3100  | 30,3303  |
| I0109  | AREIA MEDIA                                  | M3      | 0,0130       | 51,0000 | 0,6630   |
| I0805  | CIMENTO PORTLAND                             | KG      | 5,2000       | 0,4600  | 2,3920   |
| I0441  | CAL HIDRATADA                                | KG      | 0,6500       | 1,1000  | 0,7150   |
| TOTAL MATERIAIS  |  |         |              |         | 34,1003  |
| Total Simples  |  |         |              |         | 60,39    |
| Encargos   |  |         |              |         | INCLUSOS |
| BDI  |  |         |              |         | 0,00     |
| TOTAL GERAL  |  |         |              |         | 60,39    |

Fonte: SEINFRA (2021)

Com as composições e os quantitativos elaborados o próximo passo é realizar o orçamento propriamente dito, as quantidades de cada insumo são multiplicadas pelo valor da composição, os resultados dessa multiplicação são somados e se tem o valor bruto da execução do projeto.

Existem diversas bases de dados das quais podem ser retiradas as composições, mais notadamente a da Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) que faz levantamentos com relações aos custos da construção civil em determinados períodos. É importante ressaltar que o uso de tais bases de dados não são obrigatórios, a depender do tipo e local do projeto é mais assertivo realizar uma pesquisa de preços e montar composições específicas daquele projeto, dessa forma fica a critério do engenheiro orçamentista a escolha do tratamento adequado.

### 3 METODOLOGIA

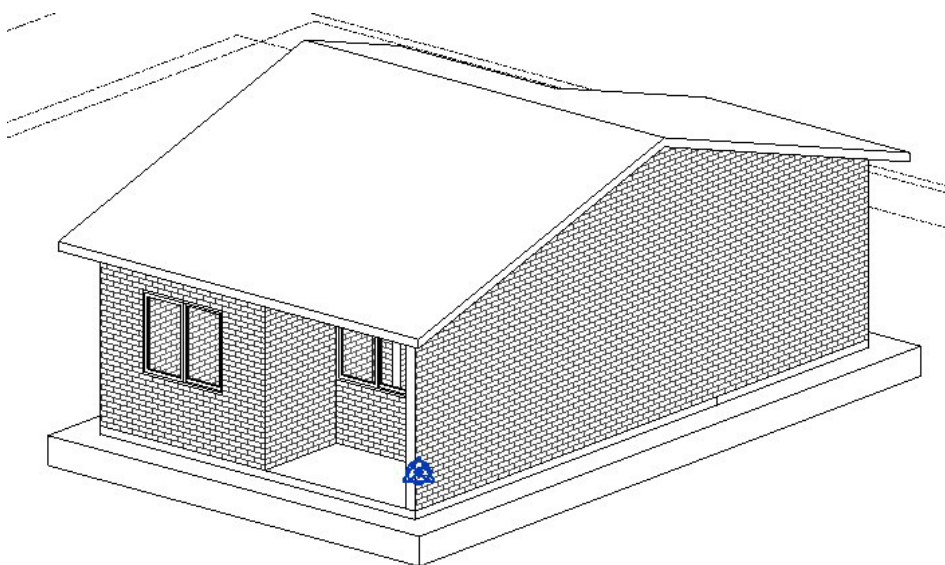
O presente trabalho se trata de um estudo realizado para construções de HIS usando a metodologia construtiva do LSF no estado do Ceará. Para a realização do estudo comparativo foi selecionado um projeto modelo da Secretaria das Cidade do Governo Estadual do Ceará, possuindo a planta baixa (Anexo A e Anexo B) e cortes (Anexo C e Anexo D)

Como o objetivo do presente trabalho é a compreensão do perfil de custos do tipo de edificação citado na região do Ceará foi utilizado um orçamento fornecido pela Secretaria das Cidades para a edificação. O orçamento fornecido foi elaborado com base na tabela de composições da SEINFRA.

A residência estudada possui área 43,78m<sup>2</sup>, sendo dividida em 2 quartos, uma sala, uma varanda, uma cozinha, um lavabo, um banheiro e uma área de serviço. Para a compatibilização com a metodologia do LSF foram realizadas pequenas mudanças nas dimensões com objetivo de posicionar os montantes com o espaçamento adequado.

Para a construção do orçamento foi analisado inicialmente quais subsistemas seriam mantidos e quais seriam alterados. Então, como objetivo de facilitar a visualização e análise foi realizada a modelagem da edificação no software REVIT.

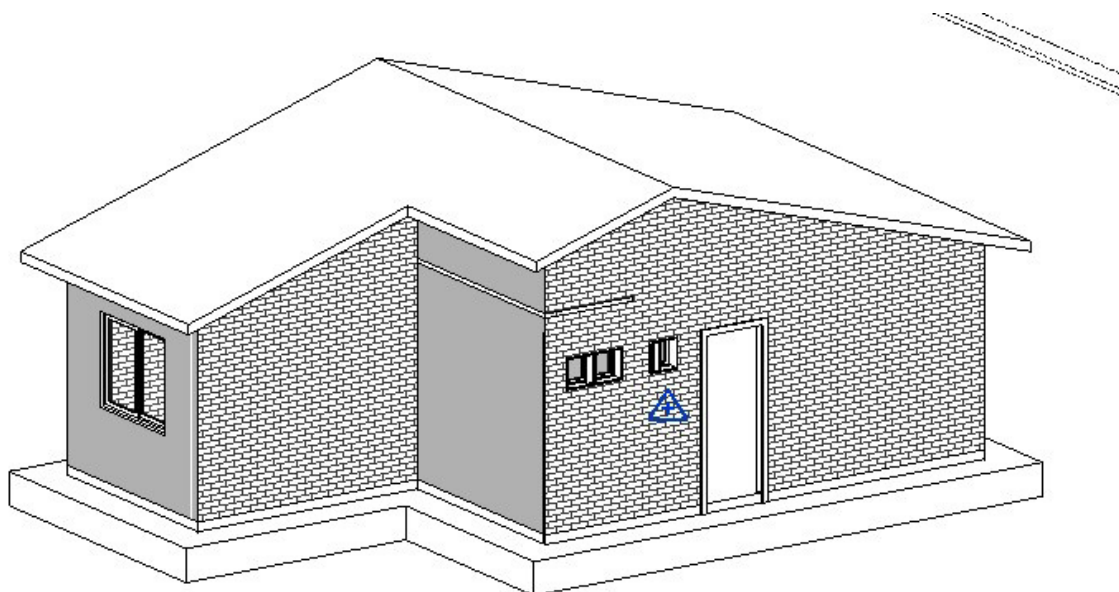
Figura 25 – Modelagem da unidade habitacional.



Fonte: O autor.

Como o objetivo era obter a volumetria adequada foram utilizadas estruturas virtuais genéricas para a elaboração do modelo.

Figura 26 – Modelagem da unidade habitacional.



Fonte: O autor.

Foi realizado, além disso o dimensionamento da estrutura metálica visando um orçamento mais assertivo da edificação. Para o dimensionamento foi realizada uma modelagem da estrutura no software ROBOT, que será descrito posteriormente. Finalizado o dimensionado foi iniciada a preparação dos quantitativos, sendo escolhido o método orçamentário analítico que, para os objetivos do presente trabalho, apresentou-se a metodologia mais precisa e adequada.

Em seguida, foram retirados os quantitativos da modelagem estrutural e organizados em uma planilha eletrônica. Com os perfis organizados foi iniciada a precificação, como alguns dos perfis dimensionados não possuíam cotação na região os perfis foram adaptados para os perfis disponíveis e modelados novamente, realizando um processo iterativo a buscar um resultado em que houvesse disponibilidade de insumos e que esses perfis disponíveis resistissem aos esforços.

Para a composição orçamentária foram utilizados elementos da base de dados da SEINFRA e da SINAPI (Custos de composições analíticas). Além disso foi realizada também pesquisas dos valores de insumos com fornecedores locais e com cotações via internet dos perfis metálicos.

### 3.1 Subsistemas não modificados

Para os trabalhos de terra foram mantidas as especificações de aterro, compactação e locação, dado que, sistemas construídos em LSF possuem usualmente peso específico 50% menor que sistemas de concreto armado (SHI, YUE, 2009). A mesma premissa foi utilizada para a consideração das fundações da habitação.

Na formulação da superestrutura houve o acréscimo da estrutura de aço que será detalhado posteriormente. Não houveram outras modificações relevantes nesse subsistema. As esquadrias de madeira foram mantidas as mesmas para a edificação concebida em LSF.

Foi considerada que a pintura por si só permaneceria inalterada, ao contrário do revestimento que sofreu modificação devido a colocação de painéis de gesso acartonado, não sendo mais necessária a realização de chapisco e reboco. A pintura é realizada com cal em três demãos na face interna do sistema de vedação.

A pavimentação em lastro de concreto regularizado foi mantida no ambiente interno, com o ambiente externo recebendo uma calçada de proteção em cimento como indicava o projeto original.

Os sistemas elétricos foram compostos de eletrodutos flexíveis do tipo garganta e os sistemas hidrossanitários utilizaram tubulações de PVC que se mantiveram tais quais a estrutura preparada seguindo a metodologia convencional de construção.

Portanto para os sistemas inalterados a atenção maior deve se concentrar na execução, o LSF possui algumas especificidades quanto a montagem e posicionamento de elementos como tomadas e luminárias que devem ser levados em consideração pelos executores do projeto.

### 3.2 Subsistemas modificados

A vedação vertical foi modificada de alvenaria cerâmica com argamassa mista com cal hidratada (Traço 1:2:8) para chapas de gesso acartonado Standard com espessura de 12,5 mm, sendo essas placas utilizadas para a vedação interna da estrutura. Na região externa exposta a intempéries foram utilizadas placas cimentícias impermeabilizadas com rebaixo dotadas de espessura de 8 mm.

Para sustentar as placas e painéis foram utilizados perfis em U de 4” os quais todos tinham função estrutural. Os painéis foram fixados nos montantes utilizando parafusos em aço fosfatizado e cabeça trombeta de 25mm. Sendo utilizadas ainda fitas de papel microperfurado



para tratamento das juntas. Nos painéis também foi considerada a passagem de um perfil guia formate em “U” para estrutura de parede em dry-wall, o mesmo contava com 0,5 mm de espessura.

O telhamento original da residência foi considerado como sendo um sistema de treliças em madeira com a tradicional cumeeira emboçada, beira e bica. A estrutura da cobertura foi modificada, para a sustentação das telhas foram utilizados os mesmos perfis dos montantes (Perfis em U 4”). Para a estrutura de treliças foram usados perfis em H (Perfil W 150 x 22,5; Perfil W 200 x 46,1), além de cantoneiras duplas de 2” e 2”, ½”.

Para o cálculo da mão de obra dos perfis metálicos foi utilizado o item 96368 da tabela SINAPI (SINAPI,2021), esse item foi utilizado para estimar os custos e mão de obra do levantamento da estrutura de vedação, não entrando na composição dos perfis metálicos, evitando duplicação da mão de obra. Para a montagem da composição de mão de obra da cobertura foi utilizado o item C1332 da tabela SEINFRA (SEINFRA, 2021), o item se refere construção de uma estrutura de aço tipo fink com um vão de 20 metros, para adaptação a estrutura da treliça, no que se refere a mão de obra. Para compatibilização foram consideradas três treliças totalizando 203,682\$. Para a precificação dos perfis foram utilizadas tanto as composições supracitadas como orçamentos colhidos de fornecedores locais, a exemplo da tabela 03.

Tabela 03 – Orçamento fornecedor Kiaço

| DESCRIÇÃO                     | P/UNIT | P/TOTAL  |
|-------------------------------|--------|----------|
| CANTONEIRA 2 X 1/8            | 27,50  | 1155,00  |
| CANTONEIRA 2 1/2 X 4,76       | 51,30  | 1333,80  |
| CANTONEIRA 4 X 6,35           | 128,00 | 11520,00 |
| PERFIL U LAM 4 X 4,67 1º ALMA | 116,70 | 18438,60 |
| PERFIL H W150 X 22,5          | 240,75 | 867,00   |
| PERFIL I W200 X 46,1          | 493,27 | 5919,24  |

**A VISTA TOTAL: R\$39.233,24**

Fonte: Kiaço Comercial de Aço Ltda.

### 3.3 Dimensionamento da estrutura

Para dimensionamento da estrutura foi inicialmente realizado um pré-dimensionamento dos montantes considerando o indicado no Manual de Construção em Aço: Engenharia (RODRIGUES,2016).

Figura 04 - Tabela de pré-dimensionamento

| Velocidade básica do Vento $V_0$ (m/s) |    | Designação  | Espaçamento (mm) | Espessura dos perfis (mm)  |      |      |       |
|--|----|-------------|------------------|----------------------------|------|------|-------|
|  |    |             |                  | Largura da edificação (mm) |      |      |       |
| III e IV                               | II |             |                  | 7250                       | 8500 | 9750 | 11000 |
| 30                                     |    | Ue 90 x 40  | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    | Ue 140 x 40 | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
| 35                                     | 30 | Ue 90 x 40  | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    | Ue 140 x 40 | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
| 40                                     | 35 | Ue 90 x 40  | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 1,25  |
|  |    | Ue 140 x 40 | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
| 45                                     | 40 | Ue 90 x 40  | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 1,25                       | 1,25 | 1,25 | 1,25  |
|  |    | Ue 140 x 40 | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
| 50                                     | 45 | Ue 90 x 40  | 400              | 0,95                       | 0,95 | 1,25 | 1,25  |
|  |    |             | 600              | 1,55                       | 1,55 | 1,55 | 1,55  |
|  |    | Ue 140 x 40 | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  | 50 | Ue 90 x 40  | 400              | 1,25                       | 1,25 | 1,25 | 1,25  |
|  |    |             | 600              | 2,25                       | 2,25 | 2,25 | 2,25  |
|  |    | Ue 140 x 40 | 400              | 0,95                       | 0,95 | 0,95 | 0,95  |
|  |    |             | 600              | 0,95                       | 1,25 | 1,25 | 1,25  |

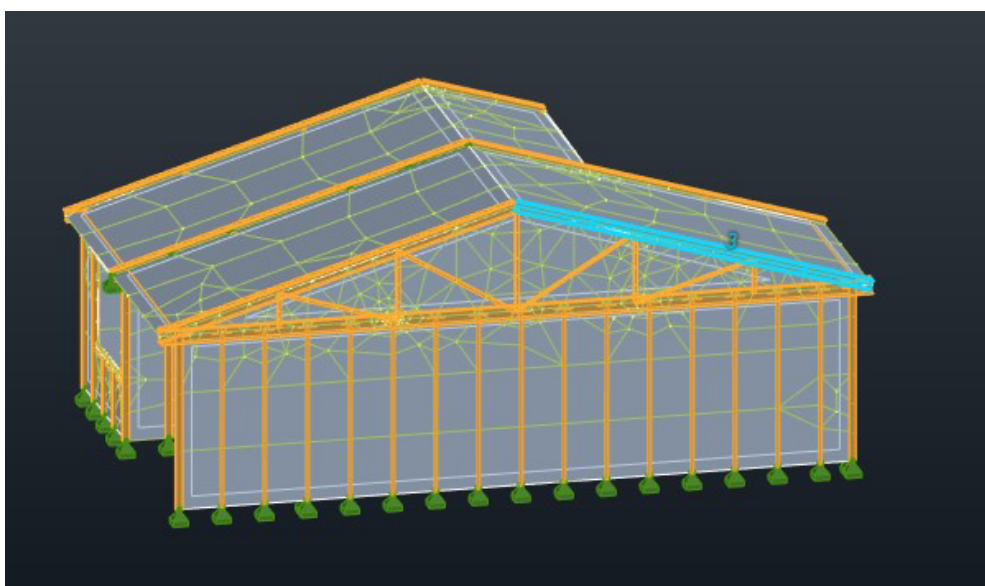
Fonte: RODRIGUES (2016)

Tendo a edificação uma largura de 555 cm, a mesma se enquadra no pré-dimensionamento com perfis de U enrijecidos de 90 x 40, tais perfis sendo espaçados por até 60 cm entre si. Foi dada a preferência ao distanciamento recomendado pois, sendo o LSF um sistema industrializado, medidas maiores tornam necessárias modificações para execução dos perfis.

Em seguida foi realizado o pré-dimensionamento das vigas da edificação, seguindo também o indicado no Manual de Construção em Aço, foram selecionados perfis dupla cantoneira com dimensões 150 x 40 x 1,25, esses perfis foram espaçados em 60 cm.

Após essa fase de pré-dimensionamento foi realizada a modelagem da estrutura, foram lançados inicialmente os montantes e então posicionadas as vigas em conformidade com o posicionamento dos mesmos. Foi formada então a treliça que daria sustentação a cobertura da edificação, a mesma foi posicionada nas extremidades laterais e no eixo de simetria da habitação.

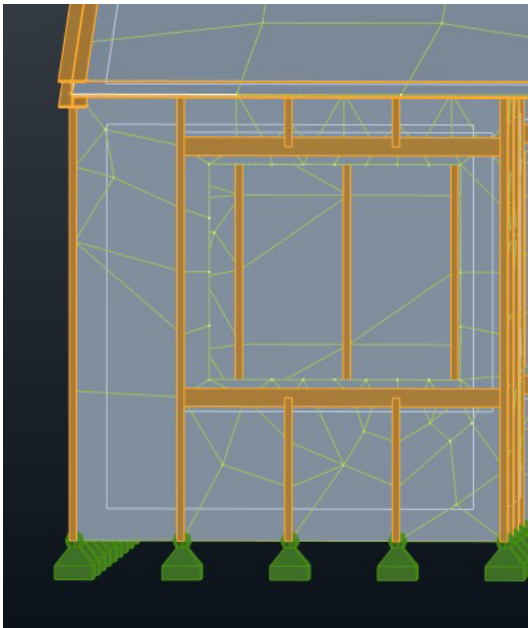
Figura 27 – Posicionamento da treliça



Fonte: O autor.

Seguinte a elaboração da treliça foram recortadas aberturas para esquadrias na habitação. Para as esquadrias foi posicionado o perfil em U de 4" horizontalmente pra permitir a transferência das cargas verticais dos montantes seccionados para a abertura, para os montantes inferiores, levando as cargas para as fundações da edificação.

Figura 28 – Abertura para esquadrias



Fonte: O autor.

Estando a modelagem da estrutura completa deu-se início ao lançamento dos carregamentos. Para a avaliação inicial na estrutura foram utilizadas as recomendações da NBR6120/2019 (Tabela 04) para o cálculo do carregamento da cobertura.

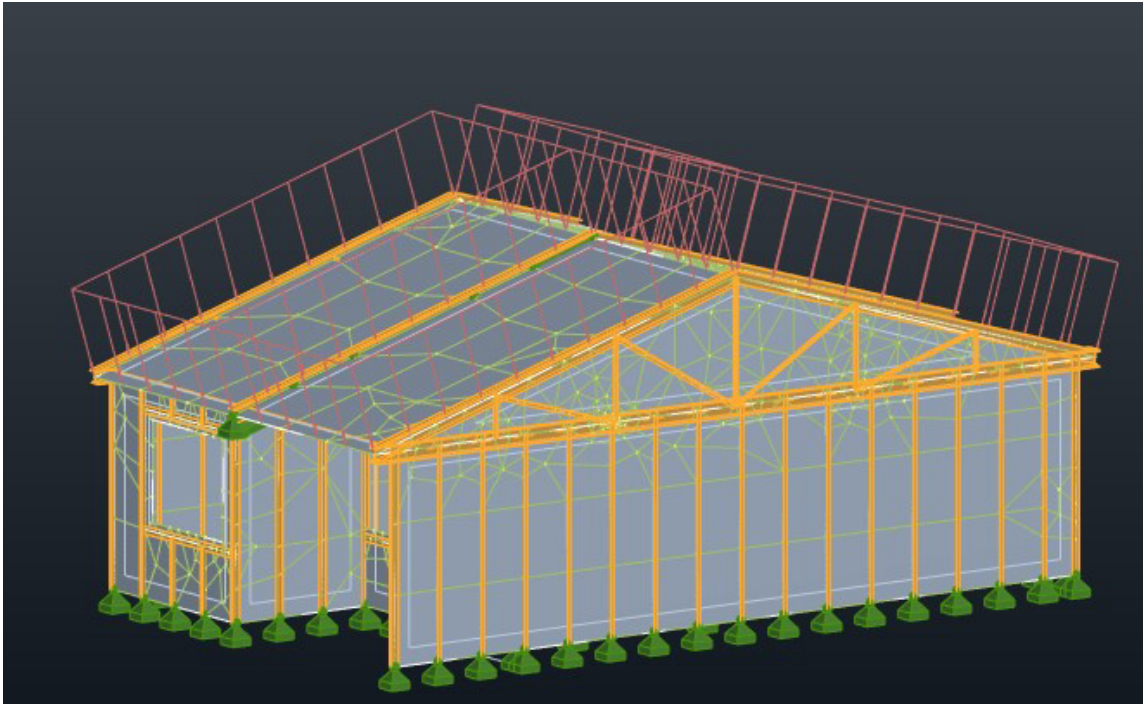
Tabela 04 - Tabela 6 NBR 6120/2019

| Tabela 6 – Telhados  |  |
|--|--|
| Composição   | Peso na superfície horizontal<br>kN/m <sup>2</sup> |
| Com telhas cerâmicas em geral (exceto tipo germânica e colonial) e estrutura de madeira com inclinação ≤ 40 %                            | 0,7  |
| Com telhas cerâmicas (tipo germânica e colonial) e estrutura de madeira com inclinação ≤ 40 %.   | 0,85   |
| Com telhas de fibrocimento onduladas (com espessura até 5 mm) e estrutura de madeira   | 0,4  |
| Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de aço  | 0,3  |
| Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de alumínio   | 0,2  |
| Com telhas de fibrocimento tipo canaleta (com espessura 8 mm) e estrutura de madeira   | 0,35   |
| NOTA Peso por metro quadrado de telhado, na superfície horizontal, incluindo a estrutura de suporte (tesouras, terças, caibros e ripas). |  |

Fonte: NBR6120 (2019)

Na distribuição das cargas foi aplicada o carregamento recomendado na área ocupada pelas telhas na modelagem, como demonstra a figura 29.

Figura 29 - Aplicação do carregamento da cobertura.



Fonte: O autor.

Para o lançamento das cargas de vedações e revestimentos foi considerada a tabela de referência 6.1 do Manual de Construção em Aço (RODRIGUES, 2016). Os dados referentes ao carregamento da cobertura e vedações internas e externas foram inseridos na seção de lançamento de cargas. A carga de piso não foi considerada levando em conta que a residência estudada no presente trabalho não possui segundo pavimento, sendo o carregamento da cobertura apenas as cargas de peso próprio, cargas de vento e sobrecargas consideradas para a cobertura.

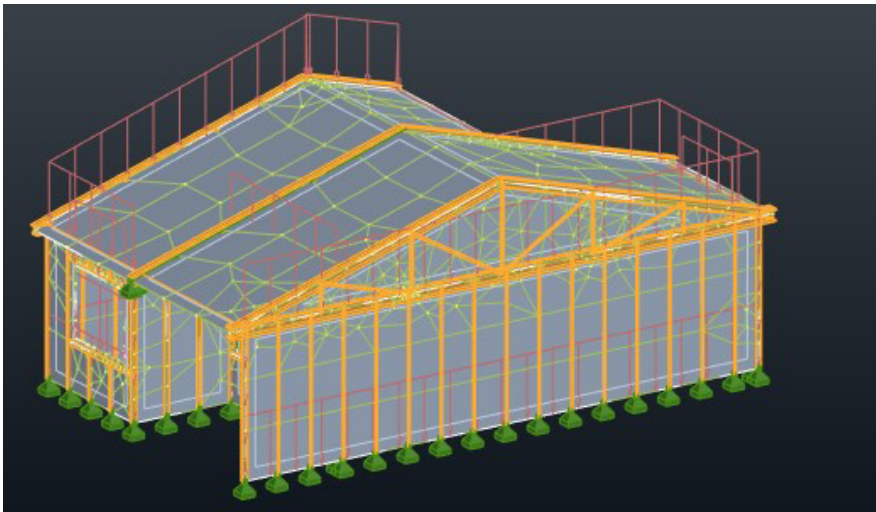
Tabela 05 - Tabela 6.1 Manual de Construção em Aço

|   | Carga Permanente (CP)  | Sobrecarga (SC)  |
|---|--|--|
| Laje de piso  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa de OSB<sup>a</sup> com espessura de 14mm: 0,014 x 6,4 = 0,0896 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Placa de gesso com espessura de 12mm: 0,12 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Lã de vidro<sup>b</sup> com espessura de 50 mm: 0,006 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Revestimento<sup>c</sup>: 0,5 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Total = 0,7156 kN/m<sup>2</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Área de serviço: 2,0 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Demais cômodos: 1,5 kN/m<sup>2</sup></li> </ul>  |
| Laje de cobertura   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa de OSB com espessura de 14mm: 0,014 x 6,4 = 0,0896 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Placa de gesso com espessura de 12 mm: 0,12 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Lã de vidro com espessura de 50 mm: 0,006 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Manta asfáltica: 0,04 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Vermiculita expandida com espessura de 50 mm<sup>d</sup>: 0,05 x 1,6 = 0,08 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Total = 0,3356 kN/m<sup>2</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Em toda a cobertura: 0,5 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Caixas d'água ao longo de 4 m do painel que divide as unidades residenciais (eixo 5, a partir da fila D), totalizando 40 kN</li> </ul> |
| Vedações (paredes) externas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa cimentícia<sup>e</sup> com espessura de 12 mm: 0,012 x 17 = 0,204 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Placa de gesso com espessura de 12 mm: 0,12 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Lã de vidro<sup>b</sup> com espessura de 50 mm: 0,006 kN/m<sup>2</sup></li> <li>Total = 0,33 kN/m<sup>2</sup></li> </ul>  |  |
| Vedações internas ou externas com revestimento em uma das faces (paredes da cozinha e banheiro)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Placa cimentícia com espessura de 12 mm: 0,204 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Revestimento de porcelanato: 0,3 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Placa de gesso ou cimentícia: 0,204 kN/m<sup>2</sup></li> <li>- Lã de vidro<sup>b</sup> com espessura de 50 mm: 0,006 kN/m<sup>2</sup></li> <li>Total = 0,714 kN/m<sup>2</sup></li> </ul>   |  |
| <p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><sup>a</sup> peso específico da placa de OSB: 6,4 kN/m<sup>3</sup>;</li> <li><sup>b</sup> peso específico da lã de vidro: 0,12 kN/m<sup>3</sup>;</li> <li><sup>c</sup> peso específico considerando o pior caso entre porcelanato (0,30 kN/m<sup>3</sup>) e piso flutuante (0,07 kN/m<sup>3</sup>) mais 0,20 kN/m<sup>3</sup> para regularização ou impermeabilização, onde necessário;</li> <li><sup>d</sup> peso específico da vermiculita expandida: 1,6 kN/m<sup>3</sup>;</li> <li><sup>e</sup> peso específico da placa cimentícia: 17 kN/m<sup>3</sup>.</li> </ul> |  |  |

Fonte: RODRIGUES (2016)

De forma análoga ao processo do carregamento da cobertura as cargas de vedações e revestimento foram lançadas no software de cálculo ROBOT (Figura 30).

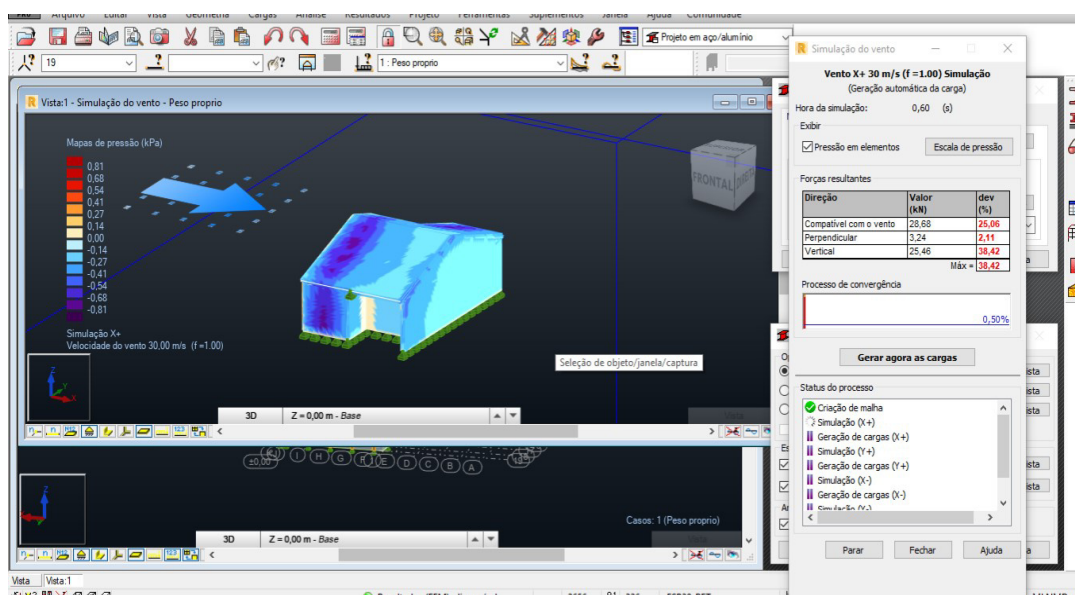
Figura 30 - Lançamento de cargas de revestimento



Fonte: O autor.

Finalmente, foi calculado o carregamento devido a presença da caixa d'água acima do banheiro, para a realização do cálculo foram retiradas as dimensões da laje referente e considerada o carregamento referente a uma caixa de 510 litros cheia. A carga foi lançada de forma distribuída na referida laje.

Figura 31 - Simulação de carregamento devido ao vento na estrutura.



Fonte: O autor.

O lançamento das cargas de vento foi realizado por meio de uma simulação computacional considerando a velocidade característica de 30m/s. As cargas de vento são simuladas na edificação considerando diversas diversões e calculando o pior cenário, a simulação leva em conta ainda a ocorrência de aberturas de portas e janelas e seus respectivos efeitos na estrutura (Figura 31). Após a simulação são formadas as combinações de vento que serão utilizadas para o dimensionamento da estrutura.

Finalmente são montadas as combinações de carregamento levando em consideração os cálculos supracitados (Tabela 06).

Tabela 06 - Combinações de carregamento

| Caso           | Tipo de carga         | Lista        |                      |          |          |        |               |          |         |
|----------------|-----------------------|--------------|----------------------|----------|----------|--------|---------------|----------|---------|
| 2:Peso Tel     | (EF) uniforme         | 225 226 230  | PX=0,0               | PY=0,0   | PZ=-0,30 | local  | não projetado | absoluta | Limites |
| 3:Vedações     | (EF) uniforme         | 232 234 237  | PX=0,0               | PY=0,0   | PZ=-0,33 | global | não projetado | absoluta | Limites |
| 4:Vedações I   | (EF) uniforme         | 232 234 237  | PX=0,0               | PY=0,0   | PZ=-0,71 | global | não projetado | absoluta | Limites |
| 5:Sobrecarga   | (EF) uniforme         | 225 226 230  | PX=0,0               | PY=0,0   | PZ=-0,50 | local  | não projetado | absoluta | Limites |
| 6:Caixa d'água | (EF) uniforme         | 325          | PX=0,0               | PY=0,0   | PZ=-4,80 | local  | não projetado | absoluta | Limites |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 270          | PX=0,0               | PY=-0,01 | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 271          | PX=0,0               | PY=-0,00 | PZ=0,00  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 80 272       | PX=0,0               | PY=-0,00 | PZ=0,00  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | (FE) pressão do vento | 225 226 230p | Atribuído a FE MEMO: |          |          |        |               |          |         |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 11           | PX=0,0               | PY=-0,01 | PZ=0,02  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 12           | PX=0,0               | PY=-0,01 | PZ=0,03  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 13           | PX=0,0               | PY=-0,01 | PZ=0,03  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 14           | PX=0,0               | PY=-0,01 | PZ=0,06  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 15           | PX=0,0               | PY=-0,03 | PZ=0,07  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 17           | PX=0,0               | PY=-0,01 | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 18           | PX=0,0               | PY=0,01  | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 28           | PX=0,0               | PY=0,00  | PZ=0,02  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 29           | PX=0,0               | PY=0,00  | PZ=0,02  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 30           | PX=0,0               | PY=-0,00 | PZ=0,02  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 31           | PX=0,0               | PY=-0,00 | PZ=0,02  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 32           | PX=0,0               | PY=0,00  | PZ=0,02  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 33           | PX=0,0               | PY=0,00  | PZ=0,02  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 34           | PX=0,0               | PY=0,00  | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 35           | PX=0,0               | PY=0,00  | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 36 65        | PX=0,0               | PY=0,00  | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 37           | PX=0,0               | PY=-0,00 | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 38           | PX=0,0               | PY=-0,00 | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |
| 7:Vento X+ 3   | carga uniforme        | 39 40        | PX=0,0               | PY=-0,00 | PZ=0,01  | local  | não projetado | absoluta | AL=0,0  |

Fonte: O autor.

Com a estrutura modelada e os carregamentos calculados foi realizado o processo de análise estrutural. No software ROBOT a análise é realizada de forma automatizada, avaliando as respostas dos perfis as combinações de carga calculada. Seguente ao período de análise é emitido um relatório (Tabela 07) esclarecendo as seções problemáticas ficando a cargo do projetista avaliar quais serão as soluções adotadas para a seção. O projeto seguiu



para o processo iterativo de alterar as seções inadequadas e refazer o processo de análise até que as seções estejam adequadas ao carregamento.

Tabela 07 – Resultado da análise dos perfis

EN 1993-1:2005/A1:2014 - Verificação de membro ( SLS ; ULS ) 2para7 11para15 17 18 20 22para90 100para103 200pa

Resultados Mensagens

| Membro           | Seção           | Material | Lay    | Laz    | Relação | Caso       |
|------------------|-----------------|----------|--------|--------|---------|------------|
| 203              | 2xPerfil L 2.1/ | AÇO      | 55.05  | 37.63  | 0.15    | 11 ULS /4/ |
| 204              | 2xPerfil L 2.1/ | AÇO      | 27.52  | 18.81  | 0.15    | 11 ULS /1/ |
| 223              | 2xPerfil L 2.1/ | AÇO      | 55.05  | 37.63  | 0.13    | 11 ULS /2/ |
| 222              | 2xPerfil L 2.1/ | AÇO      | 27.52  | 18.81  | 0.13    | 11 ULS /2/ |
| 316 Barra simple | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.10    | 11 ULS /4/ |
| 311 Barra simple | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.10    | 11 ULS /4/ |
| 5                | W 150 x 22,5    | AÇO      | 26.09  | 45.86  | 0.10    | 11 ULS /2/ |
| 310 Barra simple | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.10    | 11 ULS /4/ |
| 78 Barra simples | 2xPerfil L 3.1/ | AÇO      | 201.33 | 70.20  | 0.10    | 11 ULS /4/ |
| 75 Barra simples | 2xPerfil L 3.1/ | AÇO      | 201.33 | 70.20  | 0.09    | 11 ULS /5/ |
| 103              | 2xPerfil L 2"   | AÇO      | 128.72 | 86.86  | 0.09    | 11 ULS /5/ |
| 309 Barra simple | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.09    | 11 ULS /2/ |
| 218              | W 150 x 22,5    | AÇO      | 76.74  | 134.88 | 0.09    | 11 ULS /1/ |
| 224              | 2xPerfil L 2.1/ | AÇO      | 82.57  | 56.44  | 0.06    | 11 ULS /4/ |
| 221              | 2xPerfil L 2"   | AÇO      | 128.72 | 86.86  | 0.06    | 11 ULS /1/ |
| 4                | W 200 x 46,1    | AÇO      | 113.53 | 193.92 | 0.05    | 11 ULS /1/ |
| 269 Barra simple | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.05    | 11 ULS /2/ |
| 102              | 2xPerfil L 2"   | AÇO      | 115.24 | 77.76  | 0.04    | 11 ULS /5/ |
| 266 Barra simple | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.04    | 11 ULS /3/ |
| 58 Barra simples | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.04    | 11 ULS /4/ |
| 220              | 2xPerfil L 2"   | AÇO      | 115.24 | 77.76  | 0.04    | 11 ULS /2/ |
| 42 Barra simples | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.04    | 11 ULS /1/ |
| 52 Barra simples | Perfil U 4"     | AÇO      | 62.91  | 199.21 | 0.04    | 11 ULS /4/ |
| 85               | 2xPerfil L 3.1/ | AÇO      | 101.57 | 35.42  | 0.04    | 11 ULS /1/ |
| 69 Barra simples | 2xPerfil L 3.1/ | AÇO      | 201.33 | 70.20  | 0.03    | 11 ULS /1/ |
| 68 Barra simples | 2xPerfil L 3.1/ | AÇO      | 201.33 | 70.20  | 0.03    | 11 ULS /1/ |

Fonte: O autor.

Para otimização de custos buscou-se utilizar da repetição das seções, evitando uma grande variabilidade de seções. Com todos os perfis selecionados foi emitido um relatório de quantitativos, com base nesse relatório foram analisados os custos dos perfis escolhidos para a execução e sua disponibilidade na região do Ceara.

Tabela 08 – Resultado e iterações

|                   | Primeira iteração  | Adaptações Gerdau | Situação |
|-------------------|--------------------|-------------------|----------|
| <b>2 CAE 90x6</b> | <b>2 xCAE 80x6</b> | 2xPerfil L 3.1/2" | Ok       |
| <b>DCED 50x5</b>  | -                  | 2xPerfil L 2"     | Ok       |
| <b>DCED 60x5</b>  | -                  | 2xPerfil L 2.1/2" | Ok       |
| <b>MIPE 240</b>   | <b>HE 100A</b>     | W 150 x 22,5      | Ok       |
| <b>MIPE 300</b>   | <b>HE 100A</b>     | W 150 x 22,5      | Ok       |
| <b>U 70x40</b>    | <b>Perfil U 3"</b> | Perfil U 4"       | Ok       |
| <b>HE 200A</b>    | -                  | W 200 x 46,1      | Ok       |

Fonte: O autor.

Os perfis que não foram encontrados foram modificados para perfis semelhantes encontrados em catálogos da GERDAU (GERDAU,2021), a escolha foi realizada devida a ser um dos principais fornecedores de perfis metálicos na região cearense. Finalmente, após as alterações foi realizada uma nova iteração na análise da estrutura validando os perfis escolhidos como resistentes.

## 4 RESULTADOS

No Anexo E e Anexo F foram disponibilizados os orçamentos completos de ambos os sistemas construtivos. A seguir serão disponibilizados os resultados de cada fase da orçamentação.

### 4.1 Serviços preliminares e fundações

Para os serviços preliminares e fundações foram adotadas as composições da SEINFRA. Foi considerado que os serviços executados no sistema Light Steel Frame e pela metodologia tradicional levariam o mesmo período de tempo e número de membros na equipe. Os custos foram os mesmos para os dois sistemas como se pode observar na tabela 09.

Tabela 09 – Custos para execução dos serviços preliminares e fundações

| LSF                         |               | TRADICIONAL                 |               |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| INFRA- ESTRUTURA            |               | INFRA- ESTRUTURA            |               |
| TRABALHOS EM TERRA          | 1328,9        | TRABALHOS EM TERRA          | 1328,9        |
| FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS | 2197,5        | FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS | 2197,5        |
| <b>TOTAL</b>                | <b>3526,4</b> | <b>TOTAL</b>                | <b>3526,4</b> |

Fonte: O autor.

#### 4.2 Serviços da superestrutura

Os serviços da super estrutura foram considerados iguais em ambos os projetos, sendo englobado custos de forma para fundações, impermeabilização e laje de piso.

Tabela 10 – Custos para execução dos serviços preliminares e fundações

| LSF             |               | TRADICIONAL     |               |
|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| SUPER-ESTRUTURA | 722,94        | SUPER-ESTRUTURA | 722,94        |
| <b>TOTAL</b>    | <b>722,94</b> | <b>TOTAL</b>    | <b>722,94</b> |

Fonte: O autor.

#### 4.3 Paredes e painéis

Os serviços de paredes e painéis foram os que apresentaram maior disparidade de valor entre os dois sistemas construtivos, principalmente devido aos custos dos perfis metálicos. Não obstante os revestimentos em painéis de gesso também apresentaram insumos com preços elevados, soma-se a isso também os painéis cimentícios para revestimento externo.

Vale ressaltar que o acréscimo foi principalmente devido aos insumos, os custos de mão de obra foram inferiores aos da execução em alvenaria. As composições utilizadas foram as tabelas da SINAPI, SEINFRA e consulta via internet e fornecedores locais para verificação dos preços relativos aos perfis metálicos. As esquadrias permaneceram inalteradas em ambos os projetos.

Tabela 11 – Custos para execução dos serviços preliminares e fundações

| LSF                    |          | TRADICIONAL           |         |
|------------------------|----------|-----------------------|---------|
| PAREDES E PAINÉIS      |          | PAREDES E PAINÉIS     |         |
| PERFIS METÁLICOS       | 24348    | ALVENARIAS            | 5891,06 |
| REVESTIMENTOS INTERNOS | 12340,56 | ESQUADRIAS DE MADEIRA | 1524,36 |
| REVESTIMENTOS EXTERNOS | 3818,17  | Total                 | 7415,42 |
| ESQUADRIAS DE MADEIRA  | 1524,36  |                       |         |
| TOTAL                  | 42031,09 |                       |         |

Fonte: O autor.

Ademais o estado de exceção relativo à pandemia do novo coronavírus tem provocado aumento generalizado nos preços dos insumos da construção civil, aumento que foi mais forte nos insumos originados do aço (RIBEIRO *et al.*, 2021).

#### 4.4 Cobertas e proteções

Os serviços da cobertura em LSF apresentaram valores inferiores principalmente devido a alocação da estrutura da cobertura dentro do aglomerado perfis metálicos e o baixo custo da mão de obra para a estrutura em aço. As telhas coloniais são iguais em ambas as estruturas, além dos serviços de impermeabilização.

Tabela 12 – Custos para execução dos serviços de cobertura e proteções.

| LSF                  |         | TRADICIONAL          |         |
|----------------------|---------|----------------------|---------|
| COBERTAS E PROTEÇÕES |         | COBERTAS E PROTEÇÕES |         |
| TELHADOS             | 3214,65 | TELHADOS             | 6052,23 |
| IMPERMEABILIZAÇÕES   | 91,55   | IMPERMEABILIZAÇÕES   | 91,55   |
| Total                | 3306,2  | Total                | 6143,78 |

Fonte: O autor.

#### 4.5 Revestimentos e pintura.

A necessidade de revestimento difere bastante entre os dois tipos de métodos construtivos, sendo a necessidade de chapisco e reboco dispensada para o revestimento em painéis de gesso acartonado. Além disso os painéis cimentícios podem ser utilizados sem revestimento não prejudicando o apelo estético da edificação, dito isso foram adotados que os revestimentos em painéis cimentícios não seriam revestidos.

Dado as premissas citadas anteriormente houve clara diminuição dos custos de execução e conseqüente redução no tempo de trabalho para execução dos revestimentos internos, e, principalmente dos revestimentos externos, onde o tempo de execução foi zerado (Considerando que a instalação dos painéis está considerada em paredes e painéis).

Tabela 13 – Custos para execução dos serviços de revestimento e pintura

| LSF                     |        | TRADICIONAL             |         |
|-------------------------|--------|-------------------------|---------|
| REVESTIMENTOS E PINTURA |        | REVESTIMENTOS E PINTURA |         |
| PINTURAS                | 528,36 | REVESTIMENTOS INTERNOS  | 332,87  |
| TOTAL                   | 528,36 | REVESTIMENTOS EXTERNOS  | 1047,07 |
|                         |        | PINTURAS                | 528,36  |
|                         |        | TOTAL                   | 1908,3  |

Fonte: O autor.

#### 4.6 Pavimentação

Para pavimentação foram considerados sistemas iguais em ambos os sistemas. Tais serviços são referentes a execução do piso da estrutura em concreto e execução da calçada protetiva. Além dos insumos e serviços para que sejam executados os rodapés, as soleiras e os peitoris da habitação. Os valores encontrados para tais sistemas construtivos podem ser encontrados na tabela 14.

Tabela 14 – Custos para execução dos serviços de pavimentação

| LSF                          |                | TRADICIONAL                  |                |
|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| PAVIMENTAÇÃO                 |                | PAVIMENTAÇÃO                 |                |
| CIMENTADO                    | 5208,03        | CIMENTADO                    | 5208,03        |
| RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS | 76,2           | RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS | 76,2           |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>5284,23</b> | <b>TOTAL</b>                 | <b>5284,23</b> |

Fonte: O autor.

#### 4.7 Instalações e aparelhos

Para a realização das instalações os custos considerados foram equivalentes, levando em conta a mesma matéria prima e membros da equipe do canteiro.

Tabela 15 – Custos para execução dos serviços de instalação e aparelhos.

| LSF                     |                | TRADICIONAL             |                |
|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| INSTALAÇÕES E APARELHOS |                | INSTALAÇÕES E APARELHOS |                |
| INSTALAÇÕES ELÉTRICAS   | 1326,12        | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS   | 1326,12        |
| ÁGUA FRIA               | 688,78         | ÁGUA FRIA               | 688,78         |
| LOUÇAS E METAIS         | 1004,54        | LOUÇAS E METAIS         | 1004,54        |
| ESGOTO                  | 977,15         | ESGOTO                  | 977,15         |
| <b>TOTAL</b>            | <b>3996,59</b> | <b>TOTAL</b>            | <b>3996,59</b> |

Fonte: O autor.

#### 4.8 Complementação da obra

A complementação da obra contempla os serviços finais de limpeza e adequação, não foi considerada nenhuma grande diferença entre ambas metodologias de construção.

Tabela 16 – Custos para execução dos serviços de complementação da obra

| LSF                    |        | TRADICIONAL            |        |
|------------------------|--------|------------------------|--------|
| COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA | 594,51 | COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA | 594,51 |
| TOTAL                  | 594,51 | TOTAL                  | 594,51 |

Fonte: O autor.

#### 4.9 Mão de obra

Foram ainda comparados os custos de mão de obra dos sistemas os quais apresentaram maior disparidade, a vedação vertical e a cobertura. Percebe-se que existe uma tendência de menores custos de mão nas estruturas executadas em LSF. Os perfis em light steel frame são leves e padronizados, evitando cortes desnecessários e facilitando o seu posicionamento e instalação na edificação.

Outro aspecto a ser levado em consideração é que, como parte do serviço que seria realizado em campo agora é realizado na pré-fabricação, o custo de mão de obra acaba inserido, em parte, nos custos dos insumos utilizados para a construção da habitação. Mais uma vez fica evidente que os custos são elevados pelo preço dos materiais necessários para a execução do sistema.

Tabela 17 – Custos da mão de obra

| COMPARATIVO MÃO DE OBRA |          |             |          |
|-------------------------|----------|-------------|----------|
| LSF                     |          | TRADICIONAL |          |
| PAINÉIS                 | 2753,77  | ALVENARIA   | 3413,929 |
| TELHADO                 | 1941,232 | TELHADO     | 3135,24  |

Fonte: O autor.

#### 4.9 Participação nos custos

Foi analisado, também, a participação de cada subsistema no custo total da habitação, sendo as porcentagens elaboradas calculando o custo absoluto do sistema e dividindo pelo custo total de cada metodologia.

Tabela 18 – Comparativo entre os custos relativos.

|                         | CUSTO ABSOLUTO |             | CUSTO RELATIVO |             |
|-------------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
|                         | LSF            | TRADICIONAL | LSF            | TRADICIONAL |
| INFRA- ESTRUTURA        | 3526,4         | 3526,4      | 5,9%           | 11,9%       |
| SUPER-ESTRUTURA         | 722,94         | 722,94      | 1,2%           | 2,4%        |
| PAREDES E PAINÉIS       | 42031,09       | 7415,42     | 70,1%          | 25,1%       |
| COBERTAS E PROTEÇÕES    | 3306,2         | 6143,78     | 5,5%           | 20,8%       |
| REVESTIMENTOS E PINTURA | 528,36         | 1908,3      | 0,9%           | 6,4%        |
| PAVIMENTAÇÃO            | 5284,23        | 5284,23     | 8,8%           | 17,9%       |
| INSTALAÇÕES E APARELHOS | 3996,59        | 3996,59     | 6,7%           | 13,5%       |
| COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA  | 594,51         | 594,51      | 1,0%           | 2,0%        |
| TOTAL                   | 59990,32       | 29592,17    | 1              | 1           |

Fonte: O autor.

Pode-se notar pela tabela 18 que o sistema em LSF, além de possuir um custo absoluto maior, possui uma participação mais significativa das paredes e painéis na composição do custo total da edificação.

Outro fato importante para a execução do projeto foi a relativa dificuldade de encontrar fornecedores para os perfis elencados, mesmo com a mudança dos perfis para serem adaptados aos catálogos nacionais como o Catálogo de Barras e Perfis (GERDAU, 2021) ainda houveram diversos fornecedores que não possuíam perfis disponíveis, revelando a escassez de insumos na região.



Tabela 19 – Custos para execução dos serviços de coberta e proteções.

|                     | LSF      |          |
|---------------------|----------|----------|
|                     | ABSOLUTO | RELATIVO |
| PAINÉIS CIMENTÍCIOS | 2927,35  | 7%       |
| PAINES DE GESSO     | 5390,28  | 13%      |
| PERFIS METÁLICOS    | 24348    | 58%      |
| TOTAL               | 32665,63 | 78%      |
| PAREDES E PAINÉIS   | 42031,09 | 100%     |

Fonte: O autor.

Destrinchando os valores dos painéis e paredes fica ainda mais evidente o impacto do preço dos perfis metálicos para o orçamento da edificação. No que se refere aos custos dos painéis os perfis representam 58% dos custos. Logo em seguida os painéis de gesso representando 13% dos custos desses subsistemas, por fim temos os painéis cimentícios representando 7% dos custos do subsistema. Os três itens totalizam 78% dos custos de painéis e paredes.

Por fim, vale ressaltar a contribuição da qualidade do projeto estrutural para o custo final do projeto, a escolha de perfis superdimensionados pode produzir resultados onerosos do ponto de vista orçamentário. Além do conhecimento técnico do projeto em aço é necessário, também, para que o projetista esteja buscando as escolhas mais econômicas visando a logística de fornecimento de perfis na região a qual o projeto pertence, levando em conta que os perfis não aumentam de custos linearmente, perfis de mesmo peso podem apresentar custos diferentes a depender da formatação escolhida.

## 5 CONCLUSÃO

A elaboração do presente estudo permitiu um forte aprendizado com relação ao sistema construtivo em Light Steel Frame, um sistema que, apesar de não ser novo, não poderia ser mais atual. Um sistema que presa pelo uso da racionalização da construção durante toda a cadeia logística de execução, envolvendo a concepção do projeto, preparação dos insumos até o processo construtivo em si.

O conhecimento adquirido com o projeto auxiliou a compreensão do cenário operacional (Dimensionamento da estrutura, aspectos construtivos, custos, cronograma e orçamento) e do cenário estratégico (Cadeia logística, estabelecimento da cultura da industrialização, influência no desenvolvimento socioeconômico do estado, estrutura da produção de aço no Brasil), o que permitirão um impacto mais concreto e duradouro ao exercer a profissão.

A otimização permitida pelo sistema não objetiva apenas a diminuição de custos, além disso, com projetos e construções mais eficientes podemos atender pessoas que não possuem acesso a habitação segura e digna. Significa edificarmos uma comunidade amparada, e preparada para enfrentar desafios, a habitação deve servir como fundação para o desenvolvimento de qualquer núcleo, seja ele o núcleo familiar, seja ele o núcleo da comunidade local, seja ele o nosso país.

O sistema de construção industrializado permite previsibilidade. Com um menor tempo de execução existe uma menor variação do preço dos insumos durante o processo construtivo, se comparado com estruturas em concreto armado, o que evita reajustes prejudiciais aos construtores e incorporados.

Em linhas gerais é importante que exista um encontro entre as atividades de oferta, demanda e entes regulamentários para que se atinja o equilíbrio. Nesse caso é importante destacar a dinâmica de trabalho e a consolidação de uma demanda constante, tais itens são determinantes para o estabelecimento de qualquer fornecedor e cadeia de suprimentos. A falta de mão de obra qualificada eleva os custos e pode ser até impedimento total para a execução de projetos modulares como LSF. Ademais, a baixa demanda é um fator limitante para o estabelecimento de qualquer novo produto ou processo, sendo ambos os itens interdependentes para o estabelecimento e ganho de escala em projetos e construções em LSF.

Figura 32 – Fatores chave para atração de um mercado de construção modular



Fonte: BERTRAM *et al.*, (2019)

O LSF também favorece a construção de um ciclo virtuoso na comunidade ao demandar profissionais mais especializados para sua concepção e execução. A indústria necessária para a produção do aço favorece a criação de postos de trabalho com diferentes níveis de capacitação técnica, gerando emprego e distribuindo renda. Nesse contexto vale ressaltar que o Brasil encontra um baixo percentual de consumo de aço por habitante se comparado a países desenvolvidos, em 2011 esse consumo era de 123 kg por pessoa, enquanto a média mundial era de 215 kg (OLIVEIRA,2014).

Com o decorrer da pesquisa foi evidenciado que as maiores fontes de atrito para a implementação da metodologia do LSF no Ceará foram as questões dos custos dos perfis e placas de revestimento, uma cultura voltada para construções em concreto armado (ABCCEM, CBCA,2021) e qualificação da mão de obra. Esses fatores são causas e consequências tal que, sem uma cadeia logística estabelecida os custos dos insumos se elevam, e com os custos proibitivos o atrito para difusão da metodologia é elevado.

O que ocorre então, como demonstrados pelas pesquisas supracitadas do CBCA (ABCEM, CBCA,2021), é uma estagnação do desenvolvimento da metodologia na região Nordeste. Ademais o Nordeste se encontra distante dos centros industrializados produtores de aço, a região Sudeste contar com 85,9% da produção nacional de aço (ICB,2020), dificultando o transporte e aquisição de insumos. Soma-se a isso o alto custo de implantação da indústria do aço.

Algumas dificuldades na cadeia produtiva da siderurgia nordestina podem constituir fatores restritivos à expansão da atividade: oferta de energia elétrica; expansão e recuperação das vias de transporte; exigência de elevado volume de capital; necessidade de fortalecimento dos mecanismos de defesa comercial; escassez de mão de obra qualificada; necessidade de promover ampla capacitação das PMEs fornecedoras da indústria siderúrgica. (SERRA, 2021, p. 17)

Para que exista então um fortalecimento das metodologias industrializadas é necessário que ocorra um esforço coordenado de diversos agentes econômicos em prol desse ideal. Primeiro é necessário que exista mão de obra qualificada para atuar na indústria e na construção. Em segundo lugar é imperativo que exista capital disponível para financiar os empreendimentos produtores de aço e moldadores de perfis metálicos.

Não menos importante, é urgente que se busquem alternativas para o suprimento da cadeia logística de aço dos centros produtores para o Nordeste, visando baratear os custos e garantir o suprimento. Finalmente, deve-se buscar o fortalecimento da demanda local diretamente, difundindo conhecimento sobre o LSF em parceria com as Universidades Federais, e indiretamente, fornecendo crédito a juros acessíveis, principalmente para o setor de construção civil.

A implantação de novas Usinas Siderúrgicas no Norte e Nordeste é muito importante, pois atualmente essas Regiões precisam importar substancial parcela do aço consumido do exterior e do Sudeste. Com a produção local, é estimado que o custo para o consumidor local de produtos derivados de aço tenha uma queda entre 10 a 15% (SERRA, 2021, p. 23).

Nesse contexto, as habitações de interesse social podem funcionar como um projeto piloto de construção e difusão de conhecimento. Como já citado no presente trabalho, as HIS possuem construções com alto nível de repetitividade e projetos otimizados para o baixo custo, um tipo de construção ideal para a prática de uma forma industrializada de construção. A metodologia de construção em painéis pode diluir os custos diminuindo o tempo de obra e necessidade de presença em canteiro, adequando a logística o sistema se torna mais atrativo do ponto de vista de custos se comparado ao stick and built para construções desse porte.

Como citado anteriormente é necessária uma produção anual de 1000 habitações modulares para que se atinja uma escala que garanta forte redução dos custos, produção a qual é bastante inferior a demanda habitacional no estado do Ceará. Além disso, a adoção de estratégias de produção descentralizada, como a adotada pela empresa Sueca Boklok pode mitigar os riscos e diminuir os custos, diminuindo a barreira para a instalação de uma fábrica local.

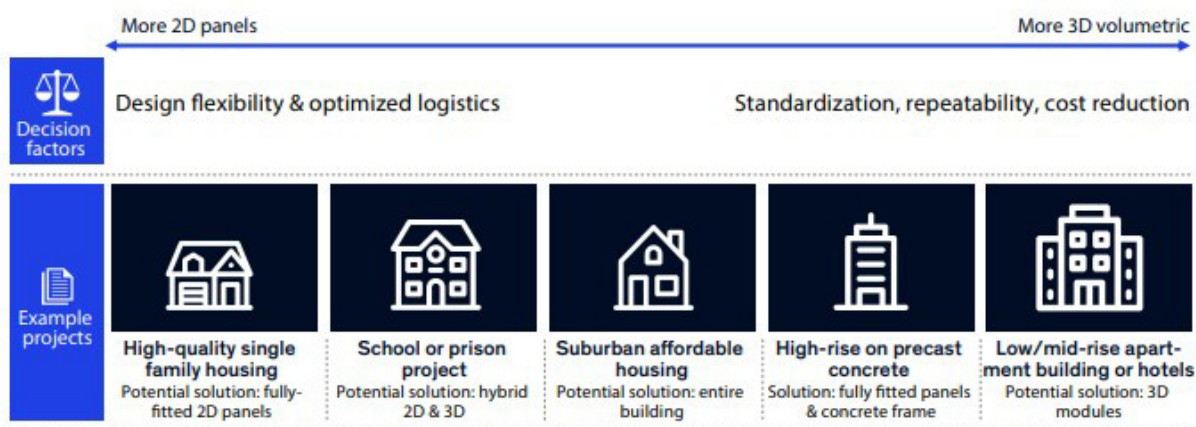
Com as HIS surgindo como fontes de demanda para construções em LSF a estruturação de cadeias produtivas se torna mais favorecida, soma-se a isso o incentivo da produção de insumos locais e a facilitação do transporte de outros centros de produção, tem-se o contexto ideal para o crescimento e desenvolvimento do LSF no estado.

Como evidenciado na tabela 02, o governo acaba por ter um grande papel no desenvolvimento das metodologias na região, principalmente no desenvolvimento de um sistema de transporte integrado e no incentivo no estabelecimento de indústrias e fornecedores na região. A normatização também é uma necessidade urgente, a falta da mesma provoca uma insegurança geral aos projetistas e aos fornecedores, os quais não possuem clareza sobre quais perfis serão demandados.

Além disso, durante a pesquisa ficou claro que o Nordeste tem reservas para abastecer a produção de aço para a construção civil e, não obstante a isso, países como o Reino Unido, no qual 70% das residências foram construídas em aço (FALEIROS, 2011), se tornaram expoentes da construção industrializada sem possuírem grandes reservas de minério de ferro.

Em síntese, a conclusão do presente trabalho refere-se ao fato de que não é viável do ponto de vista econômico produzir residências unitárias de LSF no Ceará utilizando a metodologia *Stick and built* com fornecedores locais no contexto atual. Porém, ficou evidente durante o trabalho que a modularização é uma tendência mundial, mas são necessárias adaptações. A utilização da metodologia de painéis (Modularização 2D) exige menos restrições e possui custos de transporte significativamente mais baixos, podendo ser bem adaptada a realidade local a depender do tipo de construção (Figura 33).

Figura 33 – Relação entre tipo de construção e o nível de modularização necessário.



Fonte: BERTRAM *et al.*, (2019)

Finalmente, as vantagens do LSF são diversas e provocam um impacto duradouro na estrutura social, econômica e ambiental da comunidade local. Para que a metodologia alcance esse impacto é necessário a colaboração de diversos agentes políticos e econômicos devido ao nível de complexidade e número de agentes envolvidos na cadeia produtiva de tal metodologia.

### 5.1 Sugestão para trabalhos futuros

- Primeiramente tem-se como sugestão uma análise de viabilidade, com o mesmo foco do presente estudo, porém objetivando o impacto de custos e a viabilidade da execução de um conjunto habitacional em painéis, levando em conta os ganhos de escala ao produzir uma grande quantidade de residência.
- Por sua importância no custo total, também se sugere um estudo avaliando a construção de uma fábrica de módulos para a construção civil de grande porte no estado do Ceará. Avaliando com profundidade a demanda necessária para a viabilidade, a disponibilidade de insumos e principalmente o posicionamento geográfico avaliando as rotas de transporte no Ceará.
- Com relação novamente aos custos, sugere-se a realização de uma pesquisa com foco na análise de viabilidade da importação de perfis em aço para a construção,

verificando a compatibilização dos projetos, custos dos perfis e custos logísticos para o estado do Ceará.

- Outro estudo importante é a análise do impacto das variações internacionais dos preços do aço no valor dos insumos para construção civil no Ceará. O objetivo iria ser entender em quanto tempo e em qual escala a variação de índices internacionais impacta no consumidor final na região.
- Uma adição relevante para o tema seria analisar e elencar um programa de necessidades para o estabelecimento da metodologia em LSF no estado do Ceará. O estudo poderia ser realizado entrevistando participantes do poder público, da iniciativa privada e da própria universidade, levantando as principais restrições para a aplicação da metodologia no Ceará e classificando sua prioridade.
- Por fim, sugere-se a realização de um estudo analisando o potencial das HIS como polos inovadores na construção civil. O foco seria analisar os pontos de inflexão na construção civil em diversos países e entender qual o fator crítico de mudança, e, dessa forma, compreender se seria viável a utilização das HIS como laboratórios para novos sistemas construtivos. Além disso analisar quais seriam as responsabilidades dos setores públicos e privados e como essa metodologia seria adaptada para a região cearense.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCEM, CBCA. **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para light steel frame e drywall** 2020. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/site/estatisticas-cenarios-dos-fabricantes>. Acesso em: 28 mar. 2021.

ABNT NBR 6120:2019 - **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Rio de Janeiro, 2019.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Manual da construção industrializada – Volume 1: Estruturas e vedação**. Brasília, 2015. Disponível em: Acesso em: 31 mar. 2021

AMBROZEWICZ, P, H, L. **Materiais de construção: Normas, Especificações, Aplicação e ensaios de laboratório**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2012

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355**: Perfis estruturais de aço formados a frio. Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2012.

AZEVEDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.125p.

BBC NEWS BRASIL. **Minha Casa, Minha Vida piorou cidades e alimentou especulação imobiliária, diz ex-secretária do governo Lula**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44205520>. Acesso em: 06 out. 2020

BEREZUTCH, Shirley Regina; *Pre-engineered structure with hot-rolled steel shapes to popular house* . Contribuição Técnica a ser apresentada no “II Congresso Internacional da Construção Metálica – II CICOM” - novembro, 2002.



BERTRAM, Nick; FUCHS, Steffen; MISCHKE, Jan; PALTER, Robert; STRUBE Gernot; WOETZEL, Jonathan. **Modular construction: From projects to products**. Mckinsey & Company. Jun, 2019

BLOG PRA CONSTRUIR. **Paredes: alvenaria de vedação**; Disponível em: <http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2017/11/paredes.png>. Acesso em 06 out. 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI - **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em: ≤ [http://www.caixa.gov.br/poder\\_publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx](http://www.caixa.gov.br/poder_publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx). Acesso em: 08 Mar. 2021.

CAMPOS, H. C. **Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema light steel framing**. 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

CANAL HABITAÇÃO. Secretaria Municipal do Desenvolvimento Habitacional. Disponível em: <https://habitacao.fortaleza.ce.gov.br/menu-programas/pmh/tag/Secretaria%20Municipal%20do%20Desenvolvimento%20Habitacional%20de%20Fortaleza.html>. Acesso em: 6 out. 2020.

CARVALHO, Kelly. **Instalação de Light Steel Frame**. CBCA, ano 2015. Disponível em: <[https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7050&&utm\\_source=akna&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=CBCA+Not%25EDcias+%257C+Ano+6+%257C+Semana+05+%257C+Maio+2015](https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7050&&utm_source=akna&utm_medium=email&utm_campaign=CBCA+Not%25EDcias+%257C+Ano+6+%257C+Semana+05+%257C+Maio+2015)>. Acesso em: 30, Set. de 2020.

CASTRO, Chrystian. **VOCÊ SABE QUAL É A DIFERENÇA ENTRE "HIS" e "HMP"?** **IMOB** Regularizações em projeto, 2018. Disponível em: <https://www.imob-regularizacoeseprojetos.com/post/voc-sabe-qual-a-diferenca-entre-his-e-hmp> . Acesso em: 01 de Out. de 2020

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. Disponível em: <https://www.csn.com.br/quem-somos/grupo-csn/o-grupo/>. Acesso em: 27 mar. 2021.

COMPANHIA SIDERÚRGICA PAULISTA – COSIPA - (São Paulo, SP). Projeto habitacional – Catálogo, São Paulo, 2003

CRASTO, Renata Cristina Moraes de; FREITAS, Alina Maria Sarmanho; SANTIAGO, Alexandre Kokke. **Steel Framing: Arquitetura**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2012.

DIÁRIO DO NORDESTE. **650 mil cearenses devem enviar a declaração no Ceará**. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/ir-650-mil-cearenses-devem-enviar-a-declaracao-no-ceara-1.2213200>. Acesso em: 04 ago. 2020.

FALEIROS, João Paulo Martin; JUNIOR, Job Rodrigues Teixeira; SANTANA, Bruno Marques. **O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas e o boom da construção civil: um panorama do período 2001-2010**. BNDES Setorial 35, p. 47 – 84. Jul. 2011.

G1 GLOBO. **Fortaleza tem déficit habitacional de 130 mil moradias aponta defensoria pública**. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/09/07/fortaleza-tem-deficit-habitacional-de-130-mil-moradias-aponta-defensoria-publica.ghtml>. Acesso em: 04 ago. 2020.

GERDAU. **Barras e perfis Gerdau**. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/downloadable-resource/catalogo-barras-e-perfis-tabela-de-bolso>. Acesso em: 31/03/2021

GOMEZ QUESADA, Victoria; IDONE, Claudia; MEUSCHKE, Norman; TEBOUL, Nicolas. Boklok, **Sweet Boklok A Joint Innovation Of Skanska And Ikea**. NTNU: Norwegian University of Science and Technology. NTNU: Norwegian University of Science and Technology, Industrial Economics and Technology Management Department. Nov. 2007.

ICB, Instituto Aço Brasil; **A Siderurgia em Números 2020**. *Pocket Yearbook* – Rio de Janeiro. Abr. 2020.

LESSING, Jerker. **Sustainable Homes For All - Jerker Lessing - BoKlok Housing**. Disponível em: <https://futuredistributed.org/interview-jerker-lessing-from-boklok-housing/>. Acesso em: 02, Abr. 2021.

LI, Long; LI, Zhongfu; LI, Xiaodong; ZHANG; Shengxi; LUO, Xiaowei . **A new framework of industrialized construction method in China: Towards on-site industrialization.** Journal of Cleaner Production.2019/09/01

LIMA,Rondinely Francisco de; **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame.** Dissertação de pós-graduação – Departamento de engenharia civil programa de pós graduação em construção civil - Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

LUCENA, Felipe. **História do Edifício Avenida Central.** Disponível em: <https://diariodorio.com/historia-do-edificio-avenida-central/>. Acesso em: 27 mar. 2021

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos.** São Paulo: Editora Pini, 2006.

OLIVEIRA, Fernando Nascimento de; SOUZA, Luiz Paulo Vervloet Sollero de; . **Consumo de Aço no Brasil: um modelo baseado na técnica da intensidade do uso.** Trabalhos para discussão – Banco Central do Brasil, 2014.

OLIVEIRA, Geórgia de Souza . **Light Steel Frame: Potencial do sistema construtivo para customização de habitações pré-fabricadas** 2018. 86 f. Dissertação de pós-graduação – Departamento de engenharia civil programa de pós graduação em estrutura metálica - Universidade Federal de Ouro Preto, São Paulo, 2018.

PENAZZI, Maria E.; SOUZA, Alex S. C. de; SERRA, Sheyla M. B. **Construções industrializadas para Habitações de Interesse Social: aspectos gerais.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15, 2014, Maceió. Anais... ENTAC, 2014. p. 2665.

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil.** Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>. Acesso em: 29 de Set. de 2020.

RIBEIRO, Ivo; QUINTÃO, Chiara; OLMOS, Marli; MACHADO, Ana Paula. **Reajustes das usinas de aço afligem clientes industriais.** Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2021/03/11/reajustes-das-usinas-de-aco-afligem-clientes-industriais.ghtml>. Acesso em: 30/03/2021.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: engenharia**, Segunda Edição Revisada. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2016.

SEINFRA. **Tabela de Custos - Versão 026.1 - ENC. SOCIAIS 85,20%**. Disponível em: <https://sites.seinfra.ce.gov.br/siproce/desonerada/html/tabela-seinfra.html>. Acesso: 28 mar. 2021

SERRA, Antônio de Castro Queiroz. **Situação Atual E Perspectivas Do Setor Siderúrgico Da Região Nordeste**. Informe Técnico do ETENE. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Nov. 2013

SHI, Sanyuan; YUE, Juan; **Development of Chinese Light Steel Construction Residential Buildings**. Article, Journal of Sustainable Development Vol 2, No. 3 - Hebei University of Engineering – Handan, China, 2009.

SILVA Eduardo Miquelotti da Silva. **O Mercado mundial de Minério de Ferro e seus efeitos sobre a balança Comercial Brasileira**. MONOGRAFIA - Departamento de Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Dez, 2012.

SILVA, Maristela Gomes da; SILVA. **Painéis de vedação** / Maristela Gomes da, Vanessa Gomes da Silva. - Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2003.

SMITH, Ryan E. **Prefab Architecture: A Guide to modular design and construction**. Wiley, 2010.

SUN, Yanhui; WANG, Jun; WU, Jeremy; SHI, Weixiang; JI, Dazhi; WANG, Xiangyu; ZHAO, Xianzhong. **Constraints Hindering the Development of High-Rise Modular Buildings**. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Out. 2020.

VALDES, Raymundo M., 1988. **Modelling Australian Steel Consumption: The Intensity of Use Technique. Industrial Energy Demand Forecasts**, Draft Report, New South Wales Department of Minerals and Energy.

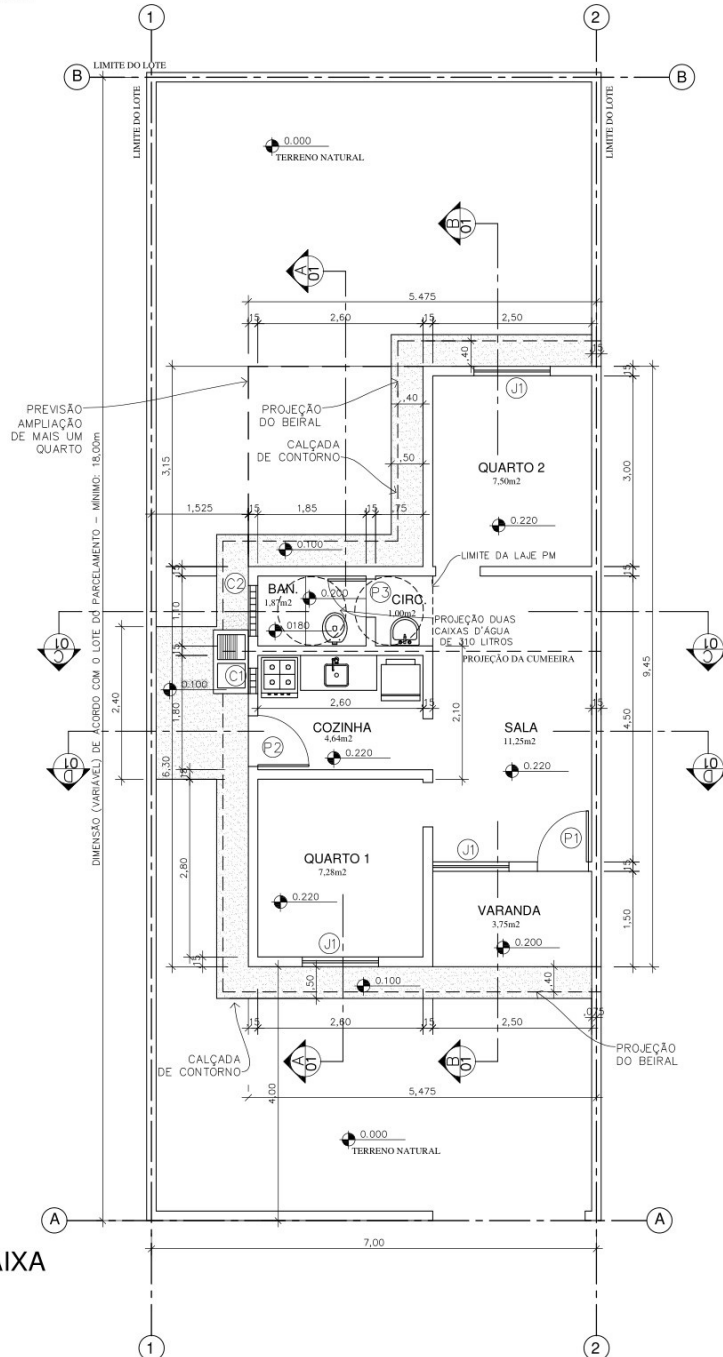
VELAMATI, Sri. **Feasibility, benefits and challenges of modular construction in high rise development in the united states: a developers perspective**. Submitted to the Program in Real Estate Development in Conjunction with the Center for Real Estate. Massachusetts Institute of Technology, Set. 2012.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Planta do pavimento térreo

### OBSERVAÇÃO:

- As dimensões das alvenarias (0,15 cm), especificadas neste projeto, são da alvenaria totalmente acabada (rebocada dos dois lados), que ficará a cargo do proprietário.



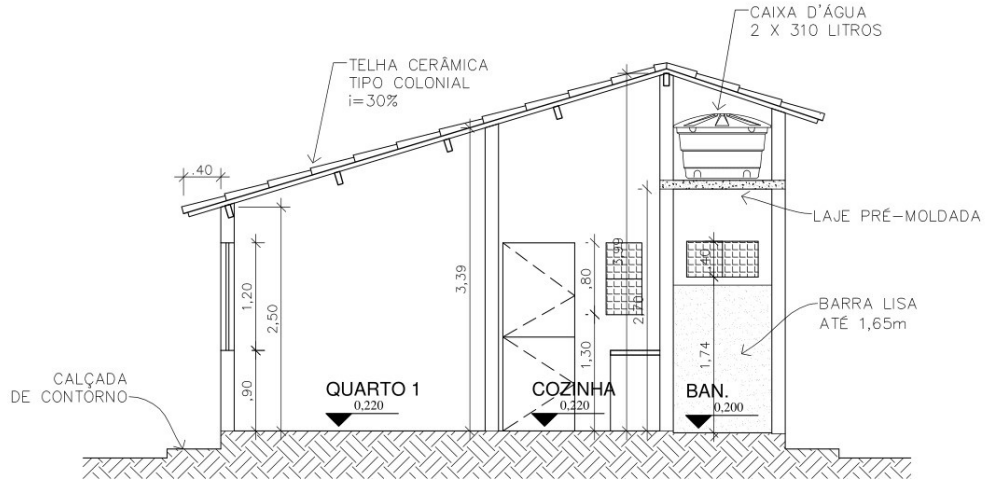
### Governo do Estado do Ceará Secretaria das Cidades

|  |  |                            |
|--|--|----------------------------|
| OBJETO:<br><b>PROJETO REFERÊNCIA<br/>UNIDADE HABITACIONAL - 2 Qtos.</b><br>ÁREA = 43,78 m <sup>2</sup> | PROJETO:<br><b>PROJETO ARQUITETÔNICO</b> | PRANCHA:<br><b>01 / 01</b> |
|  | ESCALA:<br>1 / 100                       |                            |

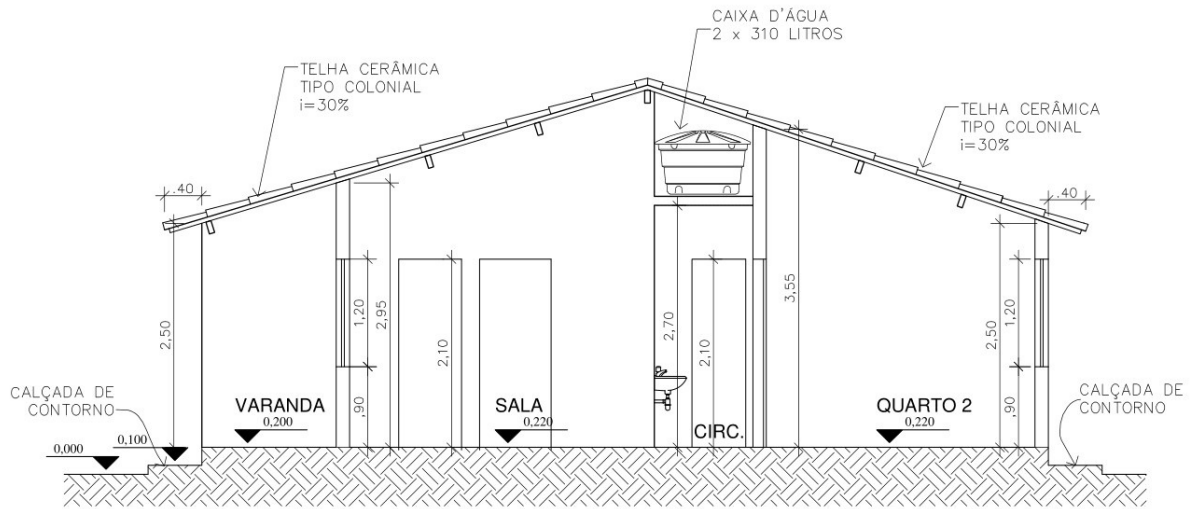
## ANEXO B – Planta do pavimento térreo



**ANEXO C – Corte A-A e corte B-B**



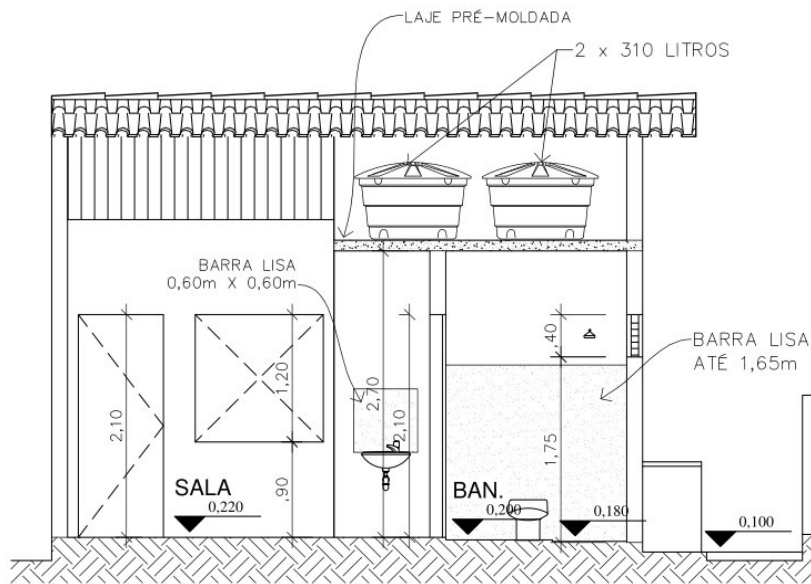
**CORTE A-A**  
escala- 1:75



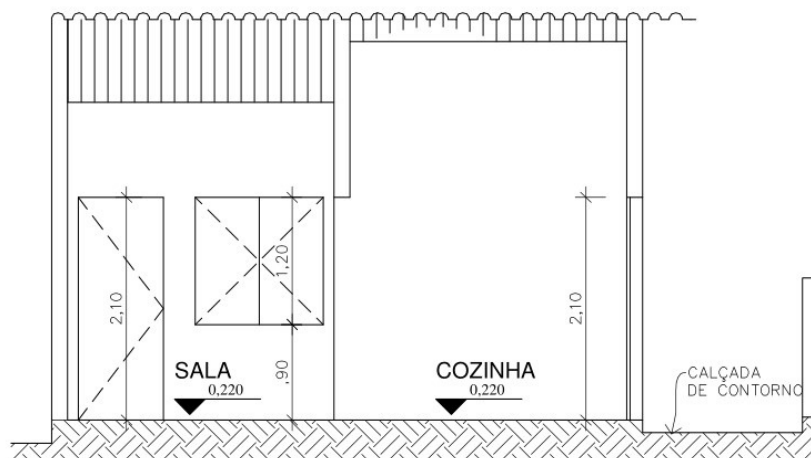
**CORTE B-B**  
escala- 1:75



### ANEXO C – Corte C-C e corte D-D

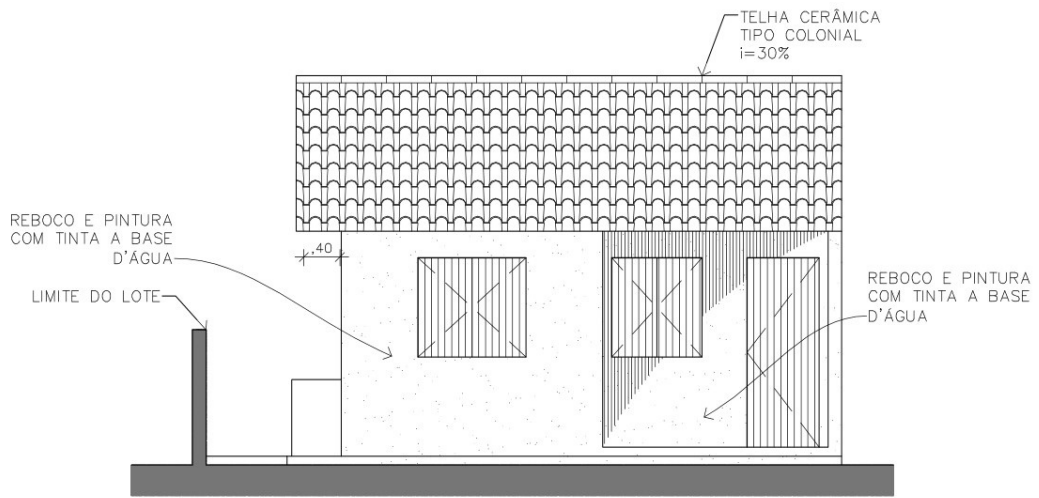


**CORTE C-C**  
escala- 1:75

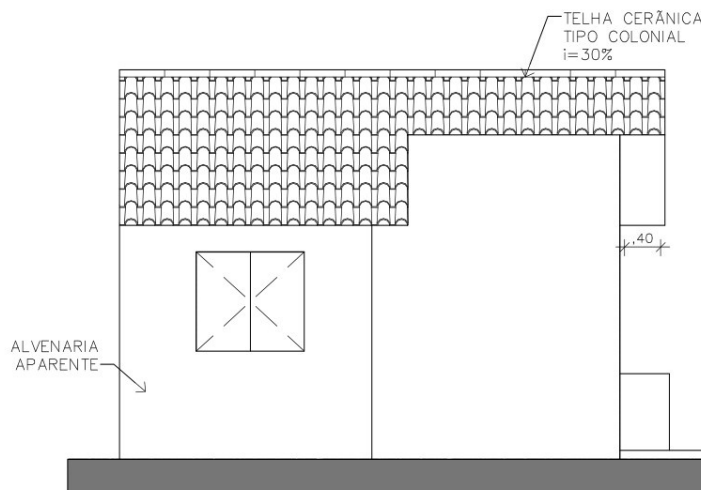


**CORTE D-D**  
escala- 1:75

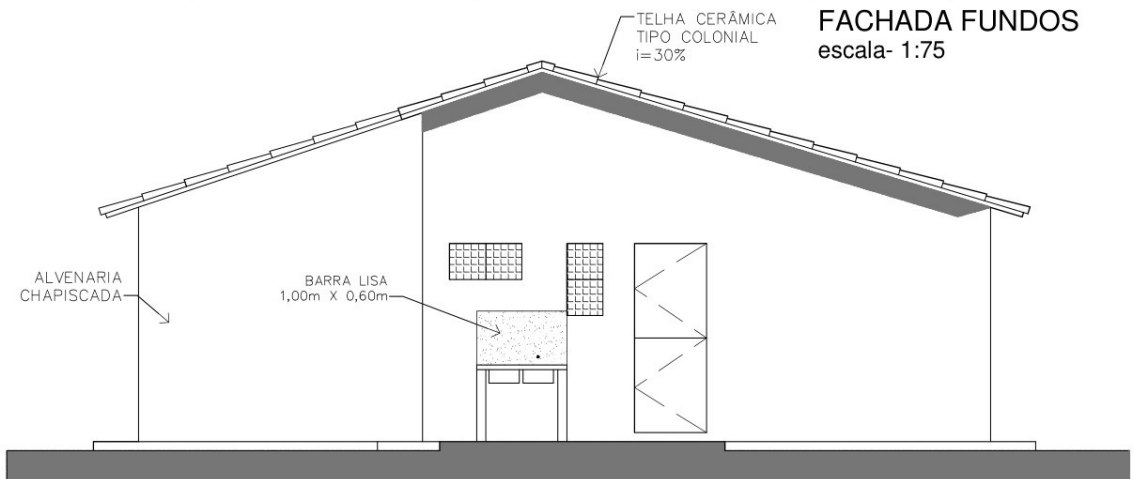
**ANEXO D – Fachadas frente, fundo e laterais.**



**FACHADA FRENTE**  
escala- 1:75



**FACHADA FUNDOS**  
escala- 1:75



**FACHADA LATERAL**  
escala- 1:75

## ANEXO E – Orçamento em alvenaria estrutural



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria das Cidades  
Coordenadoria de Habitação

ORÇAMENTO : PROJETO REFERÊNCIA - casa de 2 quartos - 43,78 m<sup>2</sup>  
MUNICÍPIO :

Tabela - SEINFRA-26.1  
Data base: 10/12/2019

| ITEM       | COMP  | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT. | VALOR UNIT. | TOTAL           |
|------------|-------|--|-------|--------|-------------|-----------------|
| <b>1</b>   |       | <b>SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS</b>  |       |        |             | -               |
| <b>2</b>   |       | <b>INFRA- ESTRUTURA</b>  |       |        |             | <b>3.526,40</b> |
| <b>2.1</b> |       | <b>TRABALHOS EM TERRA</b>  |       |        |             | <b>1.328,90</b> |
| 2.1.1      | C2784 | ESCAVAÇÃO MANUAL SOLO DE 1A.CAT. PROF. ATÉ 1.50m   | M3    | 4,45   | 35,01       | 155,79          |
| 2.1.2      | C0330 | ATERRO C/COMPACTAÇÃO MANUAL S/CONTROLE, MAT. C/AQUISIÇÃO   | M3    | 11,67  | 73,06       | 852,61          |
| 2.1.3      | C1630 | LOCAÇÃO DA OBRA - EXECUÇÃO DE GABARITO   | M2    | 60,70  | 5,28        | 320,50          |
| <b>2.2</b> |       | <b>FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS</b>   |       |        |             | <b>2.197,50</b> |
| 2.2.1      | C0056 | ALVENARIA DE EMBASAMENTO DE TIJOLO FURADO, C/ ARGAMASSA MISTA C/ CAL HIDRATADA (1:2:8)               | M3    | 1,48   | 431,62      | 638,80          |
| 2.2.2      | C3723 | ALVENARIA DE PEDRA ARGAMASSADA (TRAÇO 1:6) C/AGREGADOS ADQUIRIDOS                                    | M3    | 4,45   | 350,27      | 1.558,70        |
| <b>3</b>   |       | <b>SUPRA-ESTRUTURA</b>   |       |        |             | <b>722,94</b>   |
| 3.1        | C4448 | LAJE PRÉ-FABRICADA P/ PISO - VÃO ATÉ 2 m   | M2    | 4,06   | 79,56       | 323,01          |
| 3.2        | C0089 | ANEL DE IMPERMEABILIZAÇÃO C/ARMAÇÃO EM FERRO   | M3    | 0,37   | 534,57      | 197,79          |
| 3.3        |       | FORMA DE TÁBUAS DE 1" DE 3A. P/FUNDAÇÕES UTILIZAÇÃO 5 X  | M2    | 7,41   | 27,28       | 202,14          |
| <b>4</b>   |       | <b>PAREDES E PAINÉIS</b>   |       |        |             | <b>7.415,42</b> |
| <b>4.1</b> |       | <b>ALVENARIAS</b>  |       |        |             | <b>5.891,06</b> |
| 4.1.1      | C0073 | ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO (9x19x19)cm C/ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA ESP.=10cm (1:2:8) | M2    | 114,10 | 47,29       | 5.395,79        |
| 4.1.2      | C0804 | COBOGÓ ANTI-CHUVA (50x40)cm C/ARG. CIMENTO E AREIA TRAÇO 1:3   | M2    | 0,64   | 72,23       | 46,23           |
| 4.1.3      | C2666 | VERGA RETA DE CONCRETO ARMADO  | M3    | 0,02   | 1.247,33    | 24,95           |
| 4.1.4      | C2666 | VERGA RETA DE CONCRETO ARMADO  | M3    | 0,34   | 1.247,33    | 424,09          |
| <b>4.2</b> |       | <b>ESQUADRIAS DE MADEIRA</b>   |       |        |             | <b>1.524,36</b> |
| 4.2.1      | C3543 | MUTIRÃO MISTO - JANELA TIPO FICHA (1.40X1.10)m - MADEIRA MISTA - COMPLETA                            | UN    | 3,00   | 220,53      | 661,59          |
| 4.2.2      | C3541 | MUTIRÃO MISTO - PORTA TIPO FICHA (0.60X2.10)m - MADEIRA MISTA - COMPLETA                             | UN    | 1,00   | 255,53      | 255,53          |
| 4.2.3      | C3537 | MUTIRÃO MISTO - PORTA TIPO FICHA (0.80X2.10)m - ROLADA MADEIRA MISTA - COMPLETA C/FECHADURA          | UN    | 2,00   | 303,62      | 607,24          |
| <b>5</b>   |       | <b>COBERTAS E PROTEÇÕES</b>  |       |        |             | <b>6.143,78</b> |
| <b>5.1</b> |       | <b>TELHADOS</b>  |       |        |             | <b>6.052,23</b> |
| 5.1.1      | C4467 | MADEIRAMENTO P/TELHA CERÂMICA - (RIPA, CAIBRO, LINHA) - CASA POPULAR                                 | M2    | 54,08  | 52,47       | 2.837,58        |
| 5.1.2      | C4462 | TELHA CERÂMICA   | M2    | 54,08  | 50,97       | 2.756,46        |
| 5.1.3      | C0387 | BEIRA E BICA EM TELHA COLONIAL   | M     | 11,74  | 10,22       | 119,98          |
| 5.1.4      | C4464 | EMBOÇAMENTO DA ÚLTIMA FIADA TELHA CERÂMICA   | M     | 21,38  | 10,21       | 218,29          |



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**

Secretaria das Cidades  
Coordenadoria de Habitação

ORÇAMENTO : PROJETO REFERÊNCIA - casa de 2 quartos - 43,78 m<sup>2</sup>  
MUNICÍPIO :

Tabela - SEINFRA-26.1  
Data base: 10/12/2019

| ITEM         | COMP  | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT. | VALOR UNIT. | TOTAL           |
|--------------|-------|--|-------|--------|-------------|-----------------|
| 6.3.1        | C0589 | CAIAÇÃO EM TRES DEMÃOS EM PAREDES  | M2    | 22,81  | 5,85        | 133,44          |
| 6.3.2        | C1280 | ESMALTE DUAS DEMÃOS EM ESQUADRIAS DE MADEIRA                                       | M2    | 22,35  | 17,67       | 394,92          |
| <b>7</b>     |       | <b>PAVIMENTAÇÃO</b>  |       |        |             | <b>5.284,23</b> |
| <b>7.1</b>   |       | <b>CIMENTADO</b>   |       |        |             | <b>5.208,03</b> |
| 7.1.1        | C1611 | LASTRO DE CONCRETO REGULARIZADO ESP.= 5CM  | M2    | 37,30  | 32,50       | 1.212,25        |
| 7.1.2        | C1915 | PISO CIMENTADO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/ PENEIRAR, TRAÇO 1:4, ESP.= 1.5cm | M2    | 37,30  | 36,47       | 1.360,33        |
| 7.1.3        | C3410 | CALÇADA DE PROTEÇÃO EM CIMENTADO C/ BASE DE CONCRETO                               | M2    | 12,91  | 204,14      | 2.635,45        |
| <b>7.2</b>   |       | <b>RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS</b>  |       |        |             | <b>76,20</b>    |
| <b>7.2.1</b> |       | <b>PEITORIS</b>  |       |        |             |                 |
| 7.2.1.1      | C3015 | PEITORIL DE CIMENTO  | M2    | 0,66   | 115,46      | 76,20           |
| <b>8</b>     |       | <b>INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>   |       |        |             | <b>2.992,05</b> |
| <b>8.1</b>   |       | <b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>   |       |        |             | <b>1.326,12</b> |
| 8.1.1        |       | ELETRODUTO FLEXÍVEL, TIPO GARGANTA   | M     | 27,50  | 3,71        | 102,03          |
| 8.1.2        | C1186 | ELETRODUTO PVC ROSC. D= 25mm (3/4")  | M     | 4,00   | 8,53        | 34,12           |
| 8.1.3        | C1020 | CURVA P/ELETRODUTO PVC ROSC. D= 25mm (3/4")  | UN    | 2,00   | 5,09        | 10,18           |
| 8.1.4        | C1709 | LUVA P/ELETRODUTO PVC ROSC. D= 25mm (3/4")   | UN    | 2,00   | 1,72        | 3,44            |
| 8.1.5        |       | FIO ISOLADO PVC P/750V 1.5 MM2   | M     | 105,00 | 1,73        | 181,65          |
| 8.1.6        |       | FIO ISOLADO PVC P/750V 2.5 MM2   | M     | 66,00  | 2,07        | 136,62          |
| 8.1.7        |       | CAIXA DE LIGAÇÃO   | UN    | 11,00  | 3,99        | 43,89           |
| 8.1.8        | C0798 | CLEATS PARA FIAÇÃO APARENTE  | UN    | 21,00  | 4,25        | 89,25           |
| 8.1.9        | C3575 | HASTE DE FERRO GALVANIZADO 1.20m PARA ATERRAMENTO - PADRÃO POPULAR                 | UN    | 1,00   | 28,20       | 28,20           |
| 8.1.10       | C3577 | MINI POSTE H=1.50m REX MONO E ROLDANA - PADRÃO POPULAR                             | UN    | 1,00   | 35,79       | 35,79           |
| 8.1.11       | C1092 | DISJUNTOR MONOPOLAR EM QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO 10A                                  | UN    | 2,00   | 19,65       | 39,30           |
| 8.1.12       | C1093 | DISJUNTOR MONOPOLAR EM QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO 16A                                  | UN    | 1,00   | 19,65       | 19,65           |
| 8.1.13       | I1380 | LUMINARIA TIPO SPOT SIMPLES  | UN    | 1,00   | 6,89        | 6,89            |
| 8.1.14       | I1379 | LUMINARIA TIPO GLOBO PLASTICO  | UN    | 6,00   | 10,29       | 61,74           |
| 8.1.15       | I1465 | LÂMPADA FLUORESCENTE PL - 12W  | UN    | 5,00   | 13,79       | 68,95           |
| 8.1.16       | I1467 | LÂMPADA FLUORESCENTE PL - 9W   | UN    | 2,00   | 13,79       | 27,58           |
| 8.1.17       | C1479 | INTERRUPTOR DUAS TECLAS SIMPLES 10A 250V   | UN    | 2,00   | 22,95       | 45,90           |
| 8.1.18       | C2493 | TOMADA UNIVERSAL 10A 250V  | UN    | 4,00   | 13,81       | 55,24           |
| 8.1.19       | C2490 | TOMADA TRIPOLAR, MAIS TERRA - 25A/250V   | UN    | 2,00   | 54,51       | 109,02          |
| 8.1.20       | C1496 | INTERRUPTOR UMA TECLA SIMPLES E TOMADA UNIVERSAL 10A 250V                          | UN    | 3,00   | 27,91       | 83,73           |
| 8.1.21       | C2076 | QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EMBUTIR ATE 3 DIVISÕES, S/BARRAMENTO                        | UN    | 1,00   | 65,56       | 65,56           |
| 8.1.22       | C3579 | QUADRO DE MEDIÇÃO PADRÃO COELCE - PADRÃO POPULAR                                   | UN    | 1,00   | 77,39       | 77,39           |
| <b>8.2</b>   |       | <b>HIDRÁULICAS</b>   |       |        |             |                 |
| <b>8.2.1</b> |       | <b>ÁGUA FRIA</b>   |       |        |             | <b>688,78</b>   |
| 8.2.1.1      | C0020 | ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 25mm (3/4")                        | UN    | 4,00   | 12,85       | 51,40           |
| 8.2.1.2      | C3653 | ADAPTADOR PVC P/ REGISTRO 25mm (3/4")  | UN    | 3,00   | 3,80        | 11,40           |
| 8.2.1.3      | C2616 | TUBO PVC SOLD. MARROM D= 25mm (3/4")   | M     | 23,40  | 6,26        | 146,48          |
| 8.2.1.4      | C1526 | JOELHO 90 PVC SOLD./ROSCA. D= 25mmX3/4"  | UN    | 1,00   | 9,10        | 9,10            |
| 8.2.1.5      | C0953 | COTOVELO PVC SOLD. MARROM D=25mm (3/4")  | UN    | 8,00   | 6,96        | 55,68           |
| 8.2.1.6      | C1560 | JOELHO REDUÇÃO PVC SOLD./ROSCA. D=25mmX1/2"  | UN    | 4,00   | 8,47        | 33,88           |
| 8.2.1.7      | C2381 | TÊ PVC SOLD. MARROM D= 25mm (3/4")   | UN    | 5,00   | 7,65        | 38,25           |
| 8.2.1.8      | C1739 | LUVA PVC SOLD./ROSCA. D=25mmX3/4"  | UN    | 4,00   | 6,34        | 25,36           |
| 8.2.1.9      | C1738 | LUVA PVC SOLD./ROSCA. D=25mmX1/2"  | UN    | 1,00   | 6,58        | 6,58            |
| 8.2.1.10     |       | CAIXA D'ÁGUA EM FIBERGLASS - CAP 310L  | UN    | 2,00   | 138,94      | 277,88          |
| 8.2.1.11     | C2497 | TORNEIRA DE BÓIA D= 20mm (3/4")  | UN    | 1,00   | 32,77       | 32,77           |
| <b>8.3</b>   |       | <b>ESGOTO</b>  |       |        |             | <b>977,15</b>   |



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria das Cidades  
Coordenadoria de Habitação

ORÇAMENTO : PROJETO REFERÊNCIA - casa de 2 quartos - 43,78 m<sup>2</sup>  
MUNICÍPIO :

Tabela - SEINFRA-26.1  
Data base: 10/12/2019

| ITEM            | COMP  | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT. | VALOR UNIT. | TOTAL            |
|-----------------|-------|--|-------|--------|-------------|------------------|
| 8.3.1           | C3584 | CAIXA DE GORDURA/SABÃO PRÉ MOLDADA - PADRÃO POPULAR                                    | UN    | 2,00   | 57,99       | 115,98           |
| 8.3.2           | C3586 | CAIXA SIFONADA 150X150X50cm COM GRELHA - PADRÃO POPULAR                                | UN    | 1,00   | 37,67       | 37,67            |
| 8.3.3           | C0649 | CAIXA INSPEÇÃO NO PASSEIO EM ALVENARIA DI=(50X50)cm, PADRÃO CAGECE                     | UN    | 1,00   | 250,97      | 250,97           |
| 8.3.4           | C1552 | JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=50mm (2")   | UN    | 3,00   | 12,32       | 36,96            |
| 8.3.5           | C1551 | JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=40mm (1 1/2")   | UN    | 2,00   | 11,38       | 22,76            |
| 8.3.6           | C1549 | JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=100mm (4")  | UN    | 1,00   | 25,11       | 25,11            |
| 8.3.7           | C2593 | TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=100MM (4')  | M     | 12,00  | 27,82       | 333,84           |
| 8.3.8           | C2596 | TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=50mm (2")   | M     | 7,50   | 15,68       | 117,60           |
| 8.3.9           | C2595 | TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=40mm (1 1/2")   | M     | 3,20   | 11,33       | 36,26            |
| <b>8.4</b>      |       | <b>APARELHOS</b>   |       |        |             |                  |
| <b>8.4.1</b>    |       | <b>LOUÇAS E METAIS</b>   |       |        |             | <b>1.004,54</b>  |
| 8.4.1.1         | C0350 | BACIA SIFONADA DE LOUÇA BRANCA C/ACESSÓRIOS E TUBO DE LIGAÇÃO                          | UN    | 1,00   | 259,46      | 259,46           |
| 8.4.1.2         | C0600 | CAIXA DE DESCARGA PLÁSTICA DE SOBREPOR   | UN    | 1,00   | 127,98      | 127,98           |
| 8.4.1.3         | C0797 | CHUVEIRO PLÁSTICO (INSTALADO)  | UN    | 1,00   | 11,03       | 11,03            |
| 8.4.1.4         | C3598 | LAVATÓRIO DE LOUÇA BRANCA S/COLUNA C/TORNEIRA PLÁSTICA E ACESSÓRIOS - PADRÃO POPULAR   | UN    | 1,00   | 189,59      | 189,59           |
| 8.4.1.5         | C3603 | PIA DE COZINHA EM CIMENTO (1,20x0,50)m - PADRÃO POPULAR                                | UN    | 1,00   | 108,26      | 108,26           |
| 8.4.1.6         | C2158 | REGISTRO DE GAVETA BRUTO D= 25mm (1")  | UN    | 2,00   | 58,49       | 116,98           |
| 8.4.1.7         | C3601 | REGISTRO DE PRESSÃO D=20mm (3/4") - PADRÃO POPULAR                                     | UN    | 1,00   | 35,49       | 35,49            |
| 8.4.1.9         | C3059 | TANQUE DE LAVAR DE CIMENTO (1.00x0.50)m COMPLETA C/ TORNEIRA DE METAL - PADRÃO POPULAR | UN    | 1,00   | 155,75      | 155,75           |
| <b>9</b>        |       | <b>COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA</b>  |       |        |             | <b>594,51</b>    |
| 9.1             | C3438 | ARMADOR TIPO RABO DE ANDORINHA   | UN    | 9,00   | 21,06       | 189,54           |
| 9.2             | C1628 | LIMPEZA GERAL  | M2    | 43,78  | 9,25        | 404,97           |
| <b>SUBTOTAL</b> |       |  |       |        |             | <b>28.587,63</b> |
| <b>B D I</b>    |       |  |       |        | <b>20%</b>  | <b>5.717,53</b>  |
| <b>TOTAL</b>    |       |  |       |        |             | <b>34.305,16</b> |

## ANEXO F – Orçamento em Light Steel Frame



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria das Cidades  
Coordenadoria de Habitação

ORÇAMENTO : PROJETO REFERÊNCIA - casa de 2 quartos - 43,78 m<sup>2</sup>  
MUNICÍPIO :

Tabela - SEINFRA-26.1  
Data base: 10/12/2019

| ITEM         | COMP  | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT.   | VALOR UNIT. | TOTAL            |
|--------------|-------|--|-------|----------|-------------|------------------|
| <b>1</b>     |       | <b>SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS</b>  |       |          |             | -                |
| <b>2</b>     |       | <b>INFRA- ESTRUTURA</b>  |       |          |             | <b>3.526,40</b>  |
| <b>2.1</b>   |       | <b>TRABALHOS EM TERRA</b>  |       |          |             | <b>1.328,90</b>  |
| 2.1.1        | C2784 | ESCAVAÇÃO MANUAL SOLO DE 1A.CAT. PROF. ATÉ 1.50m                                       | M3    | 4,45     | 35,01       | 155,79           |
| 2.1.2        | C0330 | ATERRO C/COMPACTAÇÃO MANUAL S/CONTROLE, MAT. C/AQUISIÇÃO                               | M3    | 11,67    | 73,06       | 852,61           |
| 2.1.3        | C1630 | LOCAÇÃO DA OBRA - EXECUÇÃO DE GABARITO   | M2    | 60,70    | 5,28        | 320,50           |
| <b>2.2</b>   |       | <b>FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS</b>   |       |          |             | <b>2.197,50</b>  |
| 2.2.1        | C0056 | ALVENARIA DE EMBASAMENTO DE TIJOLO FURADO, C/ ARGAMASSA MISTA C/ CAL HIDRATADA (1:2:8) | M3    | 1,48     | 431,62      | 638,80           |
| 2.2.2        | C3723 | ALVENARIA DE PEDRA ARGAMASSADA (TRAÇO 1:6) C/AGREGADOS ADQUIRIDOS                      | M3    | 4,45     | 350,27      | 1.558,70         |
| <b>3</b>     |       | <b>SUPER-ESTRUTURA</b>   |       |          |             | <b>722,94</b>    |
| 3.1          | C4448 | LAJE PRÉ-FABRICADA P/ PISO - VÃO ATÉ 2 m   | M2    | 4,06     | 79,56       | 323,01           |
| 3.2          | C0089 | ANEL DE IMPERMEABILIZAÇÃO C/ARMAÇÃO EM FERRO   | M3    | 0,37     | 534,57      | 197,79           |
| 3.3          |       | FORMA DE TÁBUAS DE 1" DE 3A. P/FUNDAÇÕES UTILIZAÇÃO 5 X                                | M2    | 7,41     | 27,28       | 202,14           |
| <b>4</b>     |       | <b>PAREDES E PAINÉIS</b>   |       |          |             | <b>42.031,35</b> |
| <b>4.1</b>   |       | <b>Estrutura metálica</b>  |       |          |             | <b>24.348,26</b> |
| 4.1.1        |       | 2 x Perfil L 2"  | M     | 20,43    | 30,76       | 628,43           |
| 4.1.2        |       | 2 x Perfil L 2,1/2"  | M     | 13,00    | 74,40       | 967,20           |
| 4.1.3        |       | 2 x Perfil L 3,1/2"  | M     | 44,50    | 127,55      | 5.675,98         |
| 4.1.4        |       | Perfil U 4"  | M     | 158,15   | 73,25       | 11.584,49        |
| 4.1.5        |       | W 150 x 22,5   | M     | 34,58    | 99,73       | 3.448,66         |
| 4.1.6        |       | W 200 x 46,1   | M     | 10,00    | 204,35      | 2.043,50         |
| <b>4.2</b>   |       | <b>ALVENARIAS INTERNAS</b>   |       |          |             | <b>12.340,56</b> |
| 4.2.1        |       | PINO DE ACO COM ARRUELA CONICA 23mm  | UN    | 7,95     | 44,64       | 355,04           |
| 4.2.2        |       | 3 PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), E=12,5mm                           | M2    | 344,65   | 15,64       | 5.390,28         |
| 4.2.3        |       | PERFIL GUIA, FORMATO U, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL E=0,5mm          | M     | 248,75   | 7,67        | 1.907,90         |
| 4.2.4        |       | FITA DE PAPEL MICROPERFURADO, 50 X 150 MM, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS D                 | M     | 409,45   | 0,18        | 73,70            |
| 4.2.5        |       | FITA DE PAPEL REFORCADA COM LAMINA DE METAL PARA REFORCO                               | M     | 242,45   | 2,31        | 560,05           |
| 4.2.6        |       | MASSA DE REJUNTE EM PO PARA DRYWALL, A BASE DE GESSO, SECAGEM RAPIDA                   | KG    | 169,00   | 3,11        | 525,59           |
| 4.2.7        |       | PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA 25mm                            | UN    | 3.274,26 | 0,07        | 229,20           |
| 4.2.8        |       | PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA 45mm                            | UN    | 3.274,26 | 0,16        | 523,88           |
| 4.2.9        |       | PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA BROCA 13mm                  | UN    | 132,16   | 0,16        | 21,15            |
| 4.2.10       |       | MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES                             | H     | 144,37   | 15,38       | 2.220,44         |
| 4.2.11       |       | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES   | H     | 36,08    | 14,78       | 533,33           |
| <b>4.3.1</b> |       | <b>ALVENARIAS EXTERNAS</b>   |       |          |             | <b>3.818,17</b>  |
| 4.3.2        |       | Chapa cimentícia 8mm x 1,2 x 2,4m, impermeabilizadas, com rebaixo                      | M2    | 34,16    | 85,69       | 2.927,35         |
| 4.3.3        |       | Parafuso autobrocantes, cabeça trombeta, philips, 4,2x16mm                             | UN    | 951,92   | 0,14        | 133,27           |
| 4.3.4        |       | Primer   | M2    | 6,46     | 33,67       | 217,61           |
| 4.3.5        |       | Cordão de polietileno 4mm  | M     | 131,11   | 1,05        | 137,66           |
| 4.3.6        |       | Massa para tratamento de juntas  | KG    | 63,71    | 2,79        | 177,74           |
| 4.3.7        |       | Fita telada para junta, com reforço, largura de 5cm                                    | M     | 131,11   | 0,13        | 17,04            |
| 4.3.8        |       | Fita telada para junta, com reforço, largura de 10cm                                   | M     | 131,11   | 0,86        | 112,75           |
| 4.3.9        |       | Fita telada para junta, com reforço, largura de 10cm                                   | M     | 12,93    | 2,79        | 36,06            |
| 4.3.10       |       | Cantoneiras perfuradas p/ cantos   | M     | 36,01    | 1,63        | 58,69            |
| <b>4.4</b>   |       | <b>ESQUADRIAS DE MADEIRA</b>   |       |          |             | <b>1.524,36</b>  |



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria das Cidades  
Coordenadoria de Habitação

ORÇAMENTO : PROJETO REFERÊNCIA - casa de 2 quartos - 43,78 m<sup>2</sup>  
MUNICÍPIO :

Tabela - SEINFRA-26.1  
Data base: 10/12/2019

| ITEM         | COMP  | DESCRIÇÃO   | UNID. | QUANT. | VALOR UNIT. | TOTAL           |
|--------------|-------|---|-------|--------|-------------|-----------------|
| 4.4.1        | C3543 | MUTIRÃO MISTO - JANELA TIPO FICHA (1.40X1.10)m - MADEIRA MISTA - COMPLETA                   | UN    | 3,00   | 220,53      | 661,59          |
| 4.4.2        | C3541 | MUTIRÃO MISTO - PORTA TIPO FICHA (0.60X2.10)m - MADEIRA MISTA - COMPLETA                    | UN    | 1,00   | 255,53      | 255,53          |
| 4.4.3        | C3537 | MUTIRÃO MISTO - PORTA TIPO FICHA (0.80X2.10)m - ROLADA MADEIRA MISTA - COMPLETA C/FECHADURA | UN    | 2,00   | 303,62      | 607,24          |
| <b>5</b>     |       | <b>COBERTAS E PROTEÇÕES</b>   |       |        |             | <b>3.306,20</b> |
| <b>5.1</b>   |       | <b>TELHADOS</b>   |       |        |             | <b>3.214,65</b> |
| 5.1.2        | C4462 | TELHA CERÂMICA  | M2    | 54,08  | 50,97       | 2.756,46        |
| 5.1.3        | C0387 | BEIRA E BICA EM TELHA COLONIAL  | M     | 11,74  | 10,22       | 119,98          |
| 5.1.4        | C4464 | EMBOÇAMENTO DA ÚLTIMA FIADA TELHA CERÂMICA  | M     | 21,38  | 10,21       | 218,29          |
| 5.1.5        | C4463 | CUMEEIRA TELHA CERÂMICA, EMBOÇADA   | M     | 5,87   | 20,43       | 119,92          |
| <b>5.2</b>   |       | <b>IMPERMEABILIZAÇÕES</b>   |       |        |             | <b>91,55</b>    |
| 5.2.1        |       | IMPERMEABILIZAÇÃO C/ EMULSÃO ASFÁLTICA CONSUMO 2kg/m <sup>2</sup>                           | M2    | 22,22  | 4,12        | 91,55           |
| <b>6</b>     |       | <b>PINTURAS</b>   |       |        |             | <b>528,36</b>   |
| 6.1          | C0589 | CAIAÇÃO EM TRES DEMÃOS EM PAREDES   | M2    | 22,81  | 5,85        | 133,44          |
| 6.2          | C1280 | ESMALTE DUAS DEMÃOS EM ESQUADRIAS DE MADEIRA  | M2    | 22,35  | 17,67       | 394,92          |
| <b>7</b>     |       | <b>PAVIMENTAÇÃO</b>   |       |        |             | <b>5.284,23</b> |
| <b>7.1</b>   |       | <b>CIMENTADO</b>  |       |        |             | <b>5.208,03</b> |
| 7.1.1        | C1611 | LASTRO DE CONCRETO REGULARIZADO ESP.= 5CM   | M2    | 37,30  | 32,50       | 1.212,25        |
| 7.1.2        | C1915 | PISO CIMENTADO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/ PENEIRAR, TRAÇO 1:4, ESP.= 1.5cm          | M2    | 37,30  | 36,47       | 1.360,33        |
| 7.1.3        | C3410 | CALÇADA DE PROTEÇÃO EM CIMENTADO C/ BASE DE CONCRETO  | M2    | 12,91  | 204,14      | 2.635,45        |
| <b>7.2</b>   |       | <b>RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS</b>   |       |        |             | <b>76,20</b>    |
| <b>7.2.1</b> |       | <b>PEITORIS</b>   |       |        |             |                 |
| 7.2.1.1      | C3015 | PEITORIL DE CIMENTO   | M2    | 0,66   | 115,46      | 76,20           |
| <b>8</b>     |       | <b>INSTALAÇÕES E APARELHOS</b>  |       |        |             | <b>3.996,59</b> |
| <b>8.1</b>   |       | <b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>  |       |        |             | <b>1.326,12</b> |
| 8.1.1        |       | ELETRODUTO FLEXÍVEL, TIPO GARGANTA  | M     | 27,50  | 3,71        | 102,03          |
| 8.1.2        | C1186 | ELETRODUTO PVC ROSC. D= 25mm (3/4")   | M     | 4,00   | 8,53        | 34,12           |
| 8.1.3        | C1020 | CURVA P/ELETRODUTO PVC ROSC. D= 25mm (3/4")   | UN    | 2,00   | 5,09        | 10,18           |
| 8.1.4        | C1709 | LUVA P/ELETRODUTO PVC ROSC. D= 25mm (3/4")  | UN    | 2,00   | 1,72        | 3,44            |
| 8.1.5        |       | FIO ISOLADO PVC P/750V 1.5 MM2  | M     | 105,00 | 1,73        | 181,65          |
| 8.1.6        |       | FIO ISOLADO PVC P/750V 2.5 MM2  | M     | 66,00  | 2,07        | 136,62          |
| 8.1.7        |       | CAIXA DE LIGAÇÃO  | UN    | 11,00  | 3,99        | 43,89           |
| 8.1.8        | C0798 | CLEATS PARA FIAÇÃO APARENTE   | UN    | 21,00  | 4,25        | 89,25           |
| 8.1.9        | C3575 | HASTE DE FERRO GALVANIZADO 1.20m PARA ATERRAMENTO - PADRÃO POPULAR                          | UN    | 1,00   | 28,20       | 28,20           |
| 8.1.10       | C3577 | MINI POSTE H=1.50m REX MONO E ROLDANA - PADRÃO POPULAR                                      | UN    | 1,00   | 35,79       | 35,79           |
| 8.1.11       | C1092 | DISJUNTOR MONOPOLAR EM QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO 10A   | UN    | 2,00   | 19,65       | 39,30           |
| 8.1.12       | C1093 | DISJUNTOR MONOPOLAR EM QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO 16A   | UN    | 1,00   | 19,65       | 19,65           |
| 8.1.13       | I1380 | LUMINARIA TIPO SPOT SIMPLES   | UN    | 1,00   | 6,89        | 6,89            |
| 8.1.14       | I1379 | LUMINARIA TIPO GLOBO PLASTICO   | UN    | 6,00   | 10,29       | 61,74           |
| 8.1.15       | I1465 | LÂMPADA FLUORESCENTE PL - 12W   | UN    | 5,00   | 13,79       | 68,95           |
| 8.1.16       | I1467 | LÂMPADA FLUORESCENTE PL - 9W  | UN    | 2,00   | 13,79       | 27,58           |
| 8.1.17       | C1479 | INTERRUPTOR DUAS TECLAS SIMPLES 10A 250V  | UN    | 2,00   | 22,95       | 45,90           |
| 8.1.18       | C2493 | TOMADA UNIVERSAL 10A 250V   | UN    | 4,00   | 13,81       | 55,24           |
| 8.1.19       | C2490 | TOMADA TRIPOLAR, MAIS TERRA - 25A/250V  | UN    | 2,00   | 54,51       | 109,02          |
| 8.1.20       | C1496 | INTERRUPTOR UMA TECLA SIMPLES E TOMADA UNIVERSAL 10A 250V                                   | UN    | 3,00   | 27,91       | 83,73           |
| 8.1.21       | C2076 | QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EMBUTIR ATE 3 DIVISÕES, S/BARRAMENTO                                 | UN    | 1,00   | 65,56       | 65,56           |
| 8.1.22       | C3579 | QUADRO DE MEDIÇÃO PADRÃO COELCE - PADRÃO POPULAR  | UN    | 1,00   | 77,39       | 77,39           |
| <b>8.2</b>   |       | <b>HIDRÁULICAS</b>  |       |        |             |                 |



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria das Cidades  
Coordenadoria de Habitação

ORÇAMENTO : PROJETO REFERÊNCIA - casa de 2 quartos - 43,78 m<sup>2</sup>  
MUNICÍPIO :

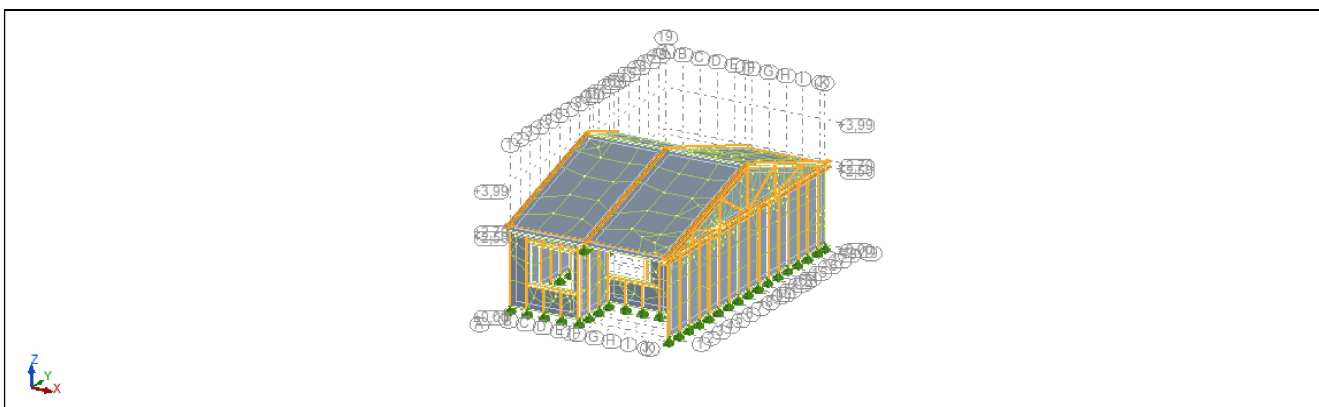
Tabela - SEINFRA-26.1  
Data base: 10/12/2019

| ITEM            | COMP  | DESCRIÇÃO  | UNID. | QUANT. | VALOR UNIT. | TOTAL            |
|-----------------|-------|--|-------|--------|-------------|------------------|
| <b>8.2.1</b>    |       | <b>ÁGUA FRIA</b>   |       |        |             | <b>688,78</b>    |
| 8.2.1.1         | C0020 | ADAPTADOR PVC SOLD. FLANGES LIVRES P/CX. D'ÁGUA 25mm (3/4")                            | UN    | 4,00   | 12,85       | 51,40            |
| 8.2.1.2         | C3653 | ADAPTADOR PVC P/ REGISTRO 25mm (3/4")  | UN    | 3,00   | 3,80        | 11,40            |
| 8.2.1.3         | C2616 | TUBO PVC SOLD. MARROM D= 25mm (3/4")   | M     | 23,40  | 6,26        | 146,48           |
| 8.2.1.4         | C1526 | JOELHO 90 PVC SOLD./ROSCA. D= 25mmX3/4"  | UN    | 1,00   | 9,10        | 9,10             |
| 8.2.1.5         | C0953 | COTOVELO PVC SOLD. MARROM D=25mm (3/4")  | UN    | 8,00   | 6,96        | 55,68            |
| 8.2.1.6         | C1560 | JOELHO REDUÇÃO PVC SOLD./ROSCA. D=25mmX1/2"  | UN    | 4,00   | 8,47        | 33,88            |
| 8.2.1.7         | C2381 | TÊ PVC SOLD. MARROM D= 25mm (3/4")   | UN    | 5,00   | 7,65        | 38,25            |
| 8.2.1.8         | C1739 | LUVA PVC SOLD./ROSCA. D=25mmX3/4"  | UN    | 4,00   | 6,34        | 25,36            |
| 8.2.1.9         | C1738 | LUVA PVC SOLD./ROSCA. D=25mmX1/2"  | UN    | 1,00   | 6,58        | 6,58             |
| 8.2.1.10        |       | CAIXA D'AGUA EM FIBERGLASS - CAP 310L  | UN    | 2,00   | 138,94      | 277,88           |
| 8.2.1.11        | C2497 | TORNEIRA DE BÓIA D= 20mm (3/4")  | UN    | 1,00   | 32,77       | 32,77            |
| <b>8.3</b>      |       | <b>ESGOTO</b>  |       |        |             | <b>977,15</b>    |
| 8.3.1           | C3584 | CAIXA DE GORDURA/SABÃO PRÉ MOLDADA - PADRÃO POPULAR                                    | UN    | 2,00   | 57,99       | 115,98           |
| 8.3.2           | C3586 | CAIXA SIFONADA 150X150X50cm COM GRELHA - PADRÃO POPULAR                                | UN    | 1,00   | 37,67       | 37,67            |
| 8.3.3           | C0649 | CAIXA INSPEÇÃO NO PASSEIO EM ALVENARIA DI=(50X50)cm, PADRÃO CAGECE                     | UN    | 1,00   | 250,97      | 250,97           |
| 8.3.4           | C1552 | JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=50mm (2")   | UN    | 3,00   | 12,32       | 36,96            |
| 8.3.5           | C1551 | JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=40mm (1 1/2")   | UN    | 2,00   | 11,38       | 22,76            |
| 8.3.6           | C1549 | JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=100mm (4")  | UN    | 1,00   | 25,11       | 25,11            |
| 8.3.7           | C2593 | TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=100MM (4")  | M     | 12,00  | 27,82       | 333,84           |
| 8.3.8           | C2596 | TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=50mm (2")   | M     | 7,50   | 15,68       | 117,60           |
| 8.3.9           | C2595 | TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=40mm (1 1/2")   | M     | 3,20   | 11,33       | 36,26            |
| <b>8.4</b>      |       | <b>APARELHOS LOUCAS E METAIS</b>   |       |        |             | <b>1.004,54</b>  |
| 8.4.1.1         | C0350 | BACIA SIFONADA DE LOUÇA BRANCA C/ACESSÓRIOS E TUBO DE LIGAÇÃO                          | UN    | 1,00   | 259,46      | 259,46           |
| 8.4.1.2         | C0600 | CAIXA DE DESCARGA PLÁSTICA DE SOBREPOR   | UN    | 1,00   | 127,98      | 127,98           |
| 8.4.1.3         | C0797 | CHUVEIRO PLÁSTICO (INSTALADO)  | UN    | 1,00   | 11,03       | 11,03            |
| 8.4.1.4         | C3598 | LAVATÓRIO DE LOUÇA BRANCA S/COLUNA C/TORNEIRA PLÁSTICA E ACESSÓRIOS - PADRÃO POPULAR   | UN    | 1,00   | 189,59      | 189,59           |
| 8.4.1.5         | C3603 | PIA DE COZINHA EM CIMENTO (1,20x0,50)m - PADRÃO POPULAR                                | UN    | 1,00   | 108,26      | 108,26           |
| 8.4.1.6         | C2158 | REGISTRO DE GAVETA BRUTO D= 25mm (1")  | UN    | 2,00   | 58,49       | 116,98           |
| 8.4.1.7         | C3601 | REGISTRO DE PRESSÃO D=20mm (3/4") - PADRÃO POPULAR                                     | UN    | 1,00   | 35,49       | 35,49            |
| 8.4.1.9         | C3059 | TANQUE DE LAVAR DE CIMENTO (1.00x0.50)m COMPLETA C/ TORNEIRA DE METAL - PADRÃO POPULAR | UN    | 1,00   | 155,75      | 155,75           |
| <b>9</b>        |       | <b>COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA</b>  |       |        |             | <b>594,51</b>    |
| 9.1             | C3438 | ARMADOR TIPO RABO DE ANDORINHA   | UN    | 9,00   | 21,06       | 189,54           |
| 9.2             | C1628 | LIMPEZA GERAL  | M2    | 43,78  | 9,25        | 404,97           |
| <b>SUBTOTAL</b> |       |  |       |        |             | <b>59.990,58</b> |
| <b>B D I</b>    |       |  |       |        |             | <b>20%</b>       |
| <b>TOTAL</b>    |       |  |       |        |             | <b>71.998,70</b> |



## Anexo G – Memória de cálculo e quantitativos LSF

### Vista de estrutura



### Nota de cálculo

Propriedades do projeto: **CÁLCULO ESTRUTURAL LSF**

Tipo de estrutura: Casca

Coordenadas do centro de gravidade da estrutura:

X = 3.008 (m)

Y = 4.386 (m)

Z = 2.188 (m)

Momentos de inércia centrais de uma estrutura:

I<sub>x</sub> = 1010487.355 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>y</sub> = 599278.091 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>z</sub> = 1321258.847 (kg\*m<sup>2</sup>)

Massa = 109017.467 (kg)

Descrição da estrutura

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Número de nós:                      | 2160  |
| Número de barras:                   | 114   |
| Elementos finitos de barras:        | 631   |
| Elementos finitos planares:         | 2515  |
| Elementos finitos volumétricos:     | 0     |
| Nº de graus de liberdade estáticos: | 12726 |
| Casos:                              | 23    |
| Combinações:                        | 0     |

Tabela de casos de carga / tipos de análise

Caso 1 : Peso proprio

**Tipo de análise: Estático - Linear****Caso 2** : Peso Telhado**Tipo de análise: Estático - Linear****Caso 3** : Vedações**Tipo de análise: Estático - Linear****Caso 4** : Vedações Internas**Tipo de análise: Estático - Linear****Caso 5** : Sobrecarga Cobertura**Tipo de análise: Estático - Linear****Caso 6** : Caixa d'água**Tipo de análise: Estático - Linear****Caso 7** : Vento X+ 30 m/s (f =1.00) Simulação**Tipo de análise: Estático - Linear****Dados:**

Velocidade do vento : 30.00m/s

Nível do terreno : 0.00m

Perfil do vento : Constante - 1.00

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Automático

A soma das principais forças : 24.63kN

Soma das forças perpendiculares : 3.47kN

A soma das forças verticais : 27.32kN

Precisão : 0.50%

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Carregamento com base em mapas de pressão.

**Caso 8** : Vento Y+ 30 m/s (f =1.00) Simulação**Tipo de análise: Estático - Linear****Dados:**

Velocidade do vento : 30.00m/s

Nível do terreno : 0.00m

Perfil do vento : Constante - 1.00

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Automático

A soma das principais forças : 10.46kN

Soma das forças perpendiculares : -0.95kN

A soma das forças verticais : 15.66kN

Precisão : 0.50%

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Carregamento com base em mapas de pressão.

**Caso 9** : Vento X- 30 m/s (f =1.00) Simulação  
**Tipo de análise: Estático - Linear**

**Dados:**

Velocidade do vento : 30.00m/s

Nível do terreno : 0.00m

Perfil do vento : Constante - 1.00

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Automático

A soma das principais forças : 26.83kN

Soma das forças perpendiculares : 5.15kN

A soma das forças verticais : 30.67kN

Precisão : 0.50%

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Carregamento com base em mapas de pressão.

**Caso 10** : Vento Y- 30 m/s (f =1.00) Simulação  
**Tipo de análise: Estático - Linear**

**Dados:**

Velocidade do vento : 30.00m/s

Nível do terreno : 0.00m

Perfil do vento : Constante - 1.00

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Automático

A soma das principais forças : 11.17kN

Soma das forças perpendiculares : -0.44kN

A soma das forças verticais : 12.21kN

Precisão : 0.50%

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Carregamento com base em mapas de pressão.

**Caso 11** : ULS

**Tipo de análise:**

**Caso 12** : ULS+

**Tipo de análise:**

**Caso 13** : ULS-

**Tipo de análise:**

**Caso 14** : SLS

**Tipo de análise:**

**Caso 15** : SLS+

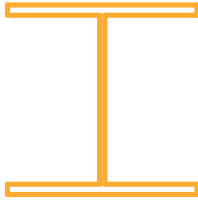
**Tipo de análise:**

|   |   |          |
|---|---|----------|
| <b>Caso 16</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS-     |
| <b>Caso 17</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS:CHR  |
| <b>Caso 18</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS:CHR+ |
| <b>Caso 19</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS:CHR- |
| <b>Caso 20</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS:FRE  |
| <b>Caso 21</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS:FRE+ |
| <b>Caso 22</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS:FRE- |
| <b>Caso 23</b><br><b>Tipo de análise:</b> | : | SLS:QPR  |

# Propriedades de seção

## Propriedades de seção:

W 200 x 46,1



HY=20,3, HZ=20,3 [cm]  
 AX=57,69 [cm<sup>2</sup>]  
 IX=19,59, IY=4476,15, IZ=1534,22 [cm<sup>4</sup>]  
 Material=AÇO

2xPerfil L 3.1/2"



HY=28,0, HZ=9,0 [cm]  
 AX=21,14 [cm<sup>2</sup>]  
 IX=2,51, IY=160,64, IZ=1321,38 [cm<sup>4</sup>]  
 Material=AÇO

Perfil U 4"



HY=4,0, HZ=10,2 [cm]  
 AX=10,09 [cm<sup>2</sup>]  
 IX=1,29, IY=159,41, IZ=15,89 [cm<sup>4</sup>]  
 Material=AÇO

2xPerfil L 2"



HY=10,5, HZ=5,0 [cm]  
 AX=9,61 [cm<sup>2</sup>]  
 IX=0,87, IY=21,90, IZ=48,10 [cm<sup>4</sup>]

Material=AÇO

2xPerfil L 2.1/2"



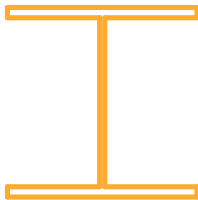
$H_Y=12,5$ ,  $H_Z=6,0$  [cm]

$A_X=13,82$  [cm<sup>2</sup>]

$I_X=1,79$ ,  $I_Y=45,60$ ,  $I_Z=97,60$  [cm<sup>4</sup>]

Material=AÇO

W 150 x 22,5



$H_Y=15,2$ ,  $H_Z=15,2$  [cm]

$A_X=28,13$  [cm<sup>2</sup>]

$I_X=3,71$ ,  $I_Y=1193,89$ ,  $I_Z=386,52$  [cm<sup>4</sup>]

Material=AÇO

## Propriedades - Barras

| Nome da seção            | Lista de barras   | AX (cm <sup>2</sup> ) | AY (cm <sup>2</sup> ) | AZ (cm <sup>2</sup> ) | IX (cm <sup>4</sup> ) | IY (cm <sup>4</sup> ) | IZ (cm <sup>4</sup> ) |
|--------------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>W 200 x 46,1</b>      | 4   | 57,69                 | 44,66                 | 13,03                 | 19,59                 | 4476,15               | 1534,22               |
| <b>2xPerfil L 3.1/2"</b> | 69 71 75 77 85  | 21,14                 | 10,80                 | 10,80                 | 2,51                  | 160,64                | 1321,38               |
| <b>Perfil U 4"</b>       | 11para15 17 18 2-<br>8para41 43para57<br>59para67 86 265-<br>para268 270para-<br>272 288para290<br>293 295para301<br>303 309para312<br>314para316 320p-<br>ara322 | 10,09                 | 6,05                  | 4,04                  | 1,29                  | 159,41                | 15,89                 |
| <b>2xPerfil L 2"</b>     | 7 24para27 100p-<br>ara103 220 221  | 9,61                  | 0,0                   | 0,0                   | 0,87                  | 21,90                 | 48,10                 |
| <b>2xPerfil L 2.1/2"</b> | 20 79 87para90 2-<br>00para204 222pa-<br>ra224  | 13,82                 | 0,0                   | 0,0                   | 1,79                  | 45,60                 | 97,60                 |
| <b>W 150 x 22,5</b>      | 2 3 5 6 22 23 218<br>219 323  | 28,13                 | 20,06                 | 8,06                  | 3,71                  | 1193,89               | 386,52                |

## Propriedades - Materiais

|   | Material | E (MPa)   | G (MPa)  | NI   | LX (1/°C) | RO (kN/m3) | Re (MPa) |
|---|----------|-----------|----------|------|-----------|------------|----------|
| 1 | AÇO      | 210000,00 | 80800,00 | 0,30 | 0,00      | 77,01      | 255,00   |
| 2 | BETÃO    | 38000,00  | 16300,00 | 0,17 | 0,00      | 24,53      | 25,00    |



## Quantidade de levantamento topográfico

| Tipo                    | Número | Comprimento (m) | Peso unitário (kG/m) | Peso da barra (kG) | Peso total (kG) | Área de pintura (m2) |
|-------------------------|--------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------|----------------------|
| <b>AÇO</b>              |        |                 |                      |                    |                 |                      |
| 2xPerfil L 2"           | 5      | 1,74            | 7,54                 | 13,12              | 66              | 3,38                 |
| 2xPerfil L 2"           | 5      | 1,95            | 7,54                 | 14,71              | 74              | 3,78                 |
| 2xPerfil L 2"           | 1      | 1,98            | 7,54                 | 14,93              | 15              | 0,77                 |
| 2xPerfil L 2.1/2"       | 5      | 0,50            | 10,85                | 5,43               | 27              | 1,17                 |
| 2xPerfil L 2.1/2"       | 6      | 1,00            | 10,85                | 10,85              | 65              | 2,80                 |
| 2xPerfil L 2.1/2"       | 3      | 1,50            | 10,85                | 16,28              | 49              | 2,10                 |
| 2xPerfil L 3.1/2"       | 1      | 2,80            | 16,60                | 46,48              | 46              | 1,96                 |
| 2xPerfil L 3.1/2"       | 4      | 5,55            | 16,60                | 92,13              | 369             | 15,56                |
| Perfil U 4-"            | 6      | 0,30            | 7,93                 | 2,38               | 14              | 0,64                 |
| Perfil U 4-"            | 7      | 0,80            | 7,93                 | 6,34               | 44              | 1,99                 |
| Perfil U 4-"            | 1      | 1,35            | 7,93                 | 10,70              | 11              | 0,48                 |
| Perfil U 4-"            | 4      | 1,80            | 7,93                 | 14,27              | 57              | 2,55                 |
| Perfil U 4-"            | 3      | 2,40            | 7,93                 | 19,02              | 57              | 2,55                 |
| Perfil U 4-"            | 54     | 2,50            | 7,93                 | 19,81              | 1070            | 47,90                |
| W 150 x 22,5            | 1      | 1,70            | 22,09                | 37,55              | 38              | 1,53                 |
| W 150 x 22,5            | 1      | 1,78            | 22,09                | 39,31              | 39              | 1,60                 |
| W 150 x 22,5            | 1      | 5,00            | 22,09                | 110,43             | 110             | 4,50                 |
| W 150 x 22,5            | 5      | 5,22            | 22,09                | 115,29             | 576             | 23,51                |
| W 200 x 46,1            | 1      | 10,00           | 45,30                | 453,05             | 453             | 12,04                |
| <b>Total por seções</b> |        |                 |                      |                    |                 |                      |
| 2xPerfil L 2"           | 11     | 20,43           | 7,54                 | 154,10             | 154             | 7,93                 |
| 2xPerfil L 2.1/2"       | 14     | 13,00           | 10,85                | 141,06             | 141             | 6,06                 |
| 2xPerfil L 3.1/2"       | 5      | 25,00           | 16,60                | 415,01             | 415             | 17,53                |
| Perfil U 4-"            | 75     | 158,15          | 7,93                 | 1253,47            | 1253            | 56,11                |
| W 150 x 22,5            | 8      | 34,58           | 22,09                | 763,76             | 764             | 31,15                |
| W 200 x 46,1            | 1      | 10,00           | 45,30                | 453,05             | 453             | 12,04                |
| <b>Total:</b>           |        |                 |                      |                    | 3180            | 130,81               |

## Combinações

| Combinações/Comp. | Definição   |
|-------------------|---|
| ULS/ 1            | $1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 4*1.35 + 5*1.35 + 6*1.35$           |
| ULS/ 2            | $1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 4*1.35 + 5*1.35 + 6*1.35 + 7*1.50$  |
| ULS/ 3            | $1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 4*1.35 + 5*1.35 + 6*1.35 + 8*1.50$  |
| ULS/ 4            | $1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 4*1.35 + 5*1.35 + 6*1.35 + 9*1.50$  |
| ULS/ 5            | $1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 4*1.35 + 5*1.35 + 6*1.35 + 10*1.50$ |
| ULS/ 6            | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00$           |
| ULS/ 7            | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 7*1.50$  |
| ULS/ 8            | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 8*1.50$  |
| ULS/ 9            | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 9*1.50$  |
| ULS/ 10           | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 10*1.50$ |
| SLS:CHR/ 1        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00$           |
| SLS:CHR/ 2        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00$  |
| SLS:CHR/ 3        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 8*1.00$  |
| SLS:CHR/ 4        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 9*1.00$  |
| SLS:CHR/ 5        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 10*1.00$ |
| SLS:FRE/ 6        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00$           |
| SLS:FRE/ 7        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 7*0.20$  |
| SLS:FRE/ 8        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 8*0.20$  |
| SLS:FRE/ 9        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 9*0.20$  |
| SLS:FRE/ 10       | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 10*0.20$ |
| SLS:QPR/ 11       | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00$           |
| SLS:CHR/ 1        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00$           |
| SLS:CHR/ 2        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00$  |
| SLS:CHR/ 3        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 8*1.00$  |
| SLS:CHR/ 4        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 9*1.00$  |
| SLS:CHR/ 5        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 10*1.00$ |
| SLS:FRE/ 1        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00$           |
| SLS:FRE/ 2        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 7*0.20$  |
| SLS:FRE/ 3        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 8*0.20$  |
| SLS:FRE/ 4        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 9*0.20$  |
| SLS:FRE/ 5        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 10*0.20$ |
| SLS:QPR/ 1        | $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00$           |