

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RAVANNA SOUZA MAIA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS CONTRUTIVOS:
CONTÊINER MARÍTIMO E *STEEL FRAME***

São Luís
2018

RAVANNA SOUZA MAIA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS CONTRUTIVOS:
CONTÊINER MARÍTIMO E *STEEL FRAME***

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

São Luís
2018

Maia, Ravanna Souza.

Estudo comparativo entre métodos construtivos: contêiner marítimo e Steel Frame / Ravanna Souza Maia. – São Luís, 2018.

83 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

1.Contêiner. 2. Steel Frame. 3. Construção sustentável.
4.Habitação. 5. Custos. I. Título.

CDU 69:504

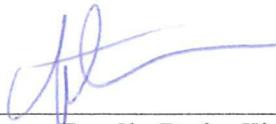
RAVANNA SOUZA MAIA

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS CONTRUTIVOS:
CONTÊINER MARÍTIMO E *STEEL FRAME*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 03 / 07 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Airton Egidio Petinelli (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



Prof. Esp. José Tadeu Moura Serra
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



Prof. Dr. Iêdo Alves de Souza
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Aos meus pais Manoel Evandro e Raimunda Nonata, por todos os ensinamentos, amor e cuidado e a minha irmã Maria Elaysa, meu maior incentivo.

AGRADECIMENTOS

Em poucas palavras, porém sábias, Clarice Lispector cita: “ Ela acreditava em anjo e, porque acreditava, eles existiam ”. E foi acreditando em anjos que ela chegou ao fim de mais uma jornada, além de anjos ela acreditava em sonhos, acreditava que chegar ao destino final seria possível.

E foi possível, mesmo com mudança de rota e paradas na estrada, hoje posso agradecer: Primeiramente agradeço a Deus, que me concedeu o dom da vida e me enviou todos os meus anjos.

Os anjos que sempre me amaram, apoiaram, protegeram, acima de tudo confiaram e não mediram esforços para que eu pudesse ingressar, cursar e concluir a graduação em Engenharia Civil, meus pais: Manoel Evandro e Raimunda Nonata.

Aos anjos que dividiram comigo o sentimento de ter que sair de casa para estudar, meus irmãos: Evânia e Manoel pelo amor, apoio, companheirismo e incentivo.

Ao meu maior anjo, minha irmã Maria Elaisa, que durante seus três anos de vida na terra me ensinou a ser uma pessoa melhor, me fez grande e que hoje mesmo no céu continua sendo meu maior incentivo.

Aos meus anjos mais sábios, meus avós: José de Ribamar, Antônio, Raimunda e Laurinda, pelo cuidado, amor, zelo e proteção desde bebezinha.

Aos anjos mensageiros, meus primos Wiliam e Renata por sempre me apoiarem e incentivarem durante esses cinco anos.

Aos anjos que colaboraram para o ingresso na vida acadêmica: Taynara Raiana, Maria José, Joana, Iara, Andressa, Marylise e Thiago pelo apoio, torcida e acolhida.

Aos anjos que Deus me enviou: Laryssa Karla, Laís França, Ana Paula e Matheus Serejo por serem meus principais companheiros em São Luís.

Aos anjos que dividiram as agonias de calouro e as aflições de veterano turma 2013.2, em especial aquelas que partilharam sono comigo durante várias madrugadas, que dividiram sua vida, que me acolheram em suas casas, que me deram a oportunidade de conhecer suas famílias e histórias: Évila Karoline, Isabella Bringel, Mariana Brito e Myrela Vieira. E aquele que esteve comigo desde o início, mostrando que os últimos também podem acompanhar os primeiros, Flávio Nolêto.

Ao anjo mestre que me auxiliou nesse projeto desde o início, sempre com muito comprometimento, atenção e paciência, Professor Airton Pertinelli.

Agradeço também a Universidade Estadual do Maranhão, por todo apoio acadêmico prestado através de seu corpo docente e demais funcionários, em especial aos do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT).

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

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

Por muitos anos a metodologia construtiva baseada na alvenaria, dominou o cenário da construção civil no Brasil. Entretanto, atualmente a conjuntura de crise econômica, aliada a outras problemáticas como déficit habitacional, falta de recursos e a problemas ambientais, fez com que a busca por alternativas construtivas mais eficientes, sustentáveis e rápidas, torna-se fundamental para o setor. Desse modo, novos métodos construtivos começaram a serem implementados na construção de edificações, como forma de amenizar os problemas causados, principalmente pela vasta quantidade de resíduos gerados através da utilização de métodos tradicionais de construção. Nesse contexto, o presente estudo faz referência a dois novos sistemas construtivos, tidos como sustentáveis, o sistema *Steel Frame* e a metodologia utilizando Contêiner Marítimo, elencando suas principais características, diferenças e interfaces, evidenciando as vantagens e desvantagens, que cada sistema oferece e realizando um comparativo de custos entre duas edificações projetadas para a cidade de São Luís - MA, uma utilizando a metodologia em Contêiner e a outra em *Steel Frame*.

Palavras-chave: Contêiner. *Steel Frame*. Construção sustentável. Habitação. Custos.

ABSTRACT

For many years to methodology based on brickwork dominated the civil construction scenario in Brazil. However, currently the situation of economic crisis, allied with other problems such as housing déficit, lack of resources and environmental problems, has made the search for more efficient constructive alternatives, sustainable and fast, is essential for the sector. In this way, new constructive methods began to be implemented in the construction of buildings, as a way to alleviate the problems caused, mainly due to the vast amount of waste generated through the use of traditional methods of construction. In this context, the present study makes reference to two new constructive systems, considered as sustainable, the Steel Frame system and the methodology using Maritime Container, listing its main characteristics, differences and interfaces, showing the advantages and disadvantages, that each system offers and performing a cost comparison between two buildings designed for the city of São Luís - MA, one using the methodology in Container and the other in Steel Frame.

Keywords: Container. Steel Frame. Sustainable construction. Housing. Costs.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Malcolm Mclean (1914-2001) | 22 |
| Figura 2 - <i>Container Ecology Store</i> | 23 |
| Figura 3 - Casa do Arquiteto Danilo Corbas em Cotia (São Paulo)..... | 24 |
| Figura 4 - Casa Liray contruída no Chile em 2010 | 25 |
| Figura 5 - Farma Container inaugurada na cidade de São Luís- MA (2017) | 25 |
| Figura 6 - Evolução dos Contêineres..... | 26 |
| Figura 7 - Tipos de Contêineres | 28 |
| Figura 8 - Contêiner <i>Dry Box</i> 20' | 29 |
| Figura 9 - Contêiner <i>Dry Box</i> 40'..... | 30 |
| Figura 10 - Dimensões <i>Dry Box</i> 40' (esq.) e <i>Dry Box</i> 20' (dir.) | 31 |
| Figura 11 - Diferença entre contêiner 40' HC (esq.) e <i>Dry</i> 40' (dir.)..... | 32 |
| Figura 12 - Contêiner <i>Open Side</i> | 32 |
| Figura 13 - Componentes Estruturais Primários..... | 33 |
| Figura 14 - Componentes estruturais de um contêiner padrão ISO HC 20 | 34 |
| Figura 15 - <i>Container Safe Convention</i> (CSC)..... | 35 |
| Figura 16 - Casa Contêiner em San José, na Califórnia | 36 |
| Figura 17- Integração do Contêiner com a fundação | 37 |
| Figura 18 - Execução de Cortes e Ligações em Contêineres | 38 |
| Figura 19 - Interface Superior entre Contêineres | 39 |
| Figura 20 - Interface Inferior entre Contêineres..... | 39 |
| Figura 21 - Esquema representativo de instalação elétrica e termoacústica em contêiner..... | 40 |
| Figura 22 - Colocação de Forro em Gesso Acartonado..... | 41 |
| Figura 23- Pousada em Fernando de Noronha construída com o sistema <i>Steel Frame</i> | 43 |
| Figura 24 - Projeto Residencial em <i>Steel Frame</i> | 44 |
| Figura 25 - Desenho Esquemático do Métodos <i>Platform</i> e <i>Balloon</i> | 45 |
| Figura 26 - Elementos estruturais como tesouras..... | 46 |
| Figura 27- Elemento de construção Modular em <i>Steel Frame</i> | 46 |
| Figura 28 - Padronização dos Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio (NBR 6355)..... | 47 |
| Figura 29 - Dimensões nominais usuais de perfis de aço (NBR 15253)..... | 48 |
| Figura 30 - Fundação do tipo Radier feito para uma obra em <i>Steel Frame</i> | 49 |
| Figura 31 - Desenho esquemático de painel estrutural com abertura..... | 50 |
| Figura 32 - Representação esquemática de Fechamento Vertical em <i>Steel Frame</i> | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 33 - Instalações Elétricas no sistema <i>Light Steel Frame</i> (LSF) | 52 |
| Figura 34 - Planta Baixa Referente ao Projeto em <i>Steel Frame</i> | 56 |
| Figura 35 - Planta Baixa Referente ao Projeto em Contêiner..... | 57 |
| Figura 36 - Montantes com guia formando a estrutura do Sistema <i>Steel Frame</i> | 58 |
| Figura 37- Montagem da estrutura de uma residência em <i>Steel frame</i> | 59 |
| Figura 38 - Estrutura em <i>Steel Frame</i> montada..... | 59 |
| Figura 39 - Contêiner Marítimo com cortes, pronto para ser utilizado em obras residenciais. | 60 |
| Figura 40 - Lã de Pet sendo utilizada em revestimento termo acústico | 61 |
| Figura 41 - Membrana hidrófuga instalada | 61 |
| Figura 42 - Desenho esquemático da cobertura para o Sistema <i>Steel Frame</i> | 62 |
| Figura 43 - Estrutura de cobertura montada conforme Sistema <i>Steel Frame</i> | 63 |
| Figura 44 - Placas cimentícias instaladas como revestimento externo..... | 64 |
| Figura 45 - Pintura sendo executada em contêiner..... | 64 |
| Figura 46 - Resumo dos Quantitativos do Projeto em <i>Steel Frame</i> | 65 |
| Figura 47 - Resumo dos Quantitativos do Projeto em Contêiner Marítimo | 66 |
| Figura 48 - Planilha de Custos Referente a Superestrutura da Residência em <i>Steel Frame</i> | 68 |
| Figura 49 - Planilha de Custos Referente a Cobertura da Residência em <i>Steel Frame</i> | 68 |
| Figura 50 - Planilha de Custos Referente a Estrutura da Residência em Contêiner..... | 69 |
| Figura 51 - Planilha de Custos Referente a Estrutura da Residência em Contêiner..... | 69 |
| Figura 52 - Comparação detalhada de custos entre etapas análogas | 73 |
| Figura 53 - Variação Anual de Custos (Contêiner Marítimo)..... | 74 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Dimensões <i>Dry Box</i> 20' | 29 |
| Tabela 2 - Dimensões <i>Dry Box</i> 40' | 30 |
| Tabela 3 - Dimensões <i>Dry Hight Cube</i> | 31 |
| Tabela 4- Resumo de custos do método <i>Steel Frame</i> | 68 |
| Tabela 5 - Resumo de custos do método em Contêiner Marítimo | 69 |
| Tabela 6 - Comparação de custo entre etapas análogas..... | 72 |
| Tabela 7 - Comparação entre os custos globais das duas metodologias | 73 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| BDI | Benefícios e Despesas Indiretas |
| CMMD | Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| CSC | <i>Container Safety Convention</i> |
| DI | Documento de Importação |
| HC | High Cube |
| IPEA | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada |
| IDHEA | Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> |
| LSF | <i>Light Steel Framing</i> |
| MDF | <i>Medium Density Fiberboard</i> |
| NBR | Norma Brasileira |
| NR | Norma Regulamentadora |
| OBS | <i>Oriented Strand Board</i> |
| PET | Poli Tereftalato de Etileno |
| PU | Poliuretano |
| PVC | <i>Polyvinyl Chloride</i> |
| SINAPI | Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil |
| SPDA | Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-----|------------|
| cm | centímetro |
| h | hora |
| m | metro |
| mm | milímetro |
| qtd | quantidade |
| t | tonelada |
| un | unidade |

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 18 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 19 |
| 1.1.1 | Geral | 19 |
| 1.1.2 | Específicos | 19 |
| 2 | JUSTIFICATIVA | 20 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 21 |
| 3.1 | SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 21 |
| 3.1.1 | Definição de Sustentabilidade | 21 |
| 3.1.2 | Características de uma Construção Sustentável | 21 |
| 3.2 | A UTILIZAÇÃO DO CONTÊINER E SUAS CARACTERÍSTICAS | 22 |
| 3.2.1 | Histórico | 22 |
| 3.2.2 | Características Gerais do Contêiner Marítimo | 27 |
| 3.2.3 | Especificações e Tipos de Contêineres | 28 |
| 3.2.3.1 | Contêiner <i>Dry Standard</i> | 29 |
| 3.2.3.2 | Contêiner <i>Dry High Cube</i> | 31 |
| 3.2.3.3 | Contêiner <i>Open Side</i> | 32 |
| 3.2.4 | Estrutura | 33 |
| 3.2.5 | Processo Construtivo | 35 |
| 3.2.5.1 | Escolha do Contêiner | 35 |
| 3.2.5.2 | Fundação..... | 36 |
| 3.2.5.3 | Cortes, Ligações e Junção de Contêineres | 37 |
| 3.2.5.3.1 | <i>Cortes e Ligações</i> | 37 |
| 3.2.5.3.2 | <i>Junção de Contêineres</i> | 38 |
| 3.2.5.4 | Instalações Elétrica, Hidrossanitária e Isolamento Termoacústico | 40 |
| 3.2.5.5 | Divisória, Revestimento, Pintura e Acabamento | 41 |
| 3.3 | CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO CONSTRUTIVO <i>STELL FRAME</i> | 42 |
| 3.3.1 | Histórico | 42 |
| 3.3.2 | Características Gerais do <i>Steel Frame</i> | 43 |
| 3.3.3 | Métodos de Construção | 45 |
| 3.3.3.1 | Método <i>Stick</i> | 45 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 2.3.2.2 | Método por Painéis | 46 |
| 3.3.3.2 | Método por Construção Modular | 46 |
| 3.3.4 | Características dos perfis leves..... | 47 |
| 3.3.5 | Processo construtivo em <i>Steel Frame</i>..... | 48 |
| 3.3.5.1 | Fundação..... | 48 |
| 3.3.5.2 | Painéis..... | 49 |
| 3.3.5.2.1 | <i>Painéis Estruturais</i> | 50 |
| 3.3.5.2.2 | <i>Painéis não estruturais</i> | 50 |
| 3.3.5.3 | Fechamento..... | 51 |
| 3.3.5.4 | Instalações Elétrica, Hidrossanitária e Isolamento Termoacústico | 52 |
| 3.3.5.5 | Cobertura | 52 |
| 3.3.5.6 | Lajes. | 53 |
| 3.3.5.7 | Piso, Revestimento e Pintura | 53 |
| 3.3.5.8 | Ligações..... | 53 |
| 4 | METODOLOGIA..... | 54 |
| 4.1 | LEVANTAMENTO DE DADOS | 55 |
| 4.2 | APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS..... | 56 |
| 4.2.1 | Planejamento e Dimensionamento dos Projetos..... | 58 |
| 4.2.1.1 | Projeto Estrutural..... | 58 |
| 4.2.1.2 | Projetos Complementares | 60 |
| 4.2.1.3 | Cobertura | 62 |
| 4.2.1.4 | Revestimentos e Acabamentos | 63 |
| 4.2.2 | Levantamento dos Quantitativos..... | 65 |
| 4.2.2.1 | Método Construtivo <i>Steel Frame</i> | 65 |
| 4.2.2.2 | Método Construtivo em Contêiner Marítimo | 66 |
| 4.2.3 | Levantamento dos Custos Diretos..... | 67 |
| 4.2.3.1 | <i>Steel Frame</i> | 67 |
| 4.2.3.2 | Contêiner Marítimo | 69 |
| 4.3 | VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS | 70 |
| 4.3.1 | Método Construtivo <i>Steel Frame</i> | 70 |
| 4.3.2 | Método Construtivo Casa Contêiner | 71 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 72 |
| 6 | CONCLUSÃO..... | 75 |

| | |
|--|-----------|
| REFERÊNCIAS..... | 76 |
| APÊNDICE A – Planilha Orçamentária (Sistema <i>Steel Frame</i>) | 80 |
| APÊNDICE B – Planilha Orçamentária (Sistema Casa Contêiner) | 81 |
| APÊNDICE C – Projeto 3D da Residência em <i>Steel Frame</i>..... | 82 |
| APÊNDICE D – Projeto 3D da Residência em Contêiner Marítimo..... | 83 |

1 INTRODUÇÃO

Os portugueses chegaram ao Brasil no século XVI, trazendo diferentes técnicas construtivas para serem utilizadas no novo continente. A escolha das técnicas utilizadas levava em conta principalmente o tipo de material encontrado em cada região. Dessa maneira, nas regiões litorâneas, como Santos e São Vicente, a pedra e a cal foram os principais materiais utilizados em suas construções (CAMPOS; LARA, 2012).

Ainda segundo Campos e Lara (2012), em outras regiões litorâneas, os sambaquis (conchas e ossos de animais acumulados por povos indígenas durante séculos), como grandes depósitos de material calcário que eram, foram utilizados como substituto para a cal. Já na Vila de São João da Parnaíba, no litoral do Piauí, além da presença dos sambaquis teve-se também a utilização do óleo de baleia como massa para o assentamento das pedras nas construções. Em outras vilas do Brasil Colonial, as técnicas construtivas empregadas foram aquelas baseadas na argila, como a taipa de pilão, a taipa de mão, o adobe, e posteriormente o pau-a-pique, uma vez que essas regiões não possuíam pedra em abundância.

E assim como as técnicas outrora implantadas pelos portugueses, novos métodos foram sendo introduzidos no Brasil, como por exemplo o tijolo queimado trazido por imigrantes europeus na metade do século XVIII, vindo a tornar-se o principal sistema construtivo do país na época. Nascia então a alvenaria, técnica esta que se adequou perfeitamente ao país tropical, uma vez que o tijolo tinha como sua principal matéria-prima, o barro (CAMPOS; LARA, 2012).

Por muitos anos a técnica baseada na alvenaria, dominou o cenário da construção civil no Brasil. Entretanto, atualmente o cenário de crise econômica, a concorrência acirrada no setor, aliada a falta de recursos e a problemas ambientais, tem levado as construtoras a considerar novas possibilidades de construção, sem abrir mão da qualidade e lucratividade.

Para Keller e Burke (2010), as construtoras com opções tanto residenciais quanto prediais, passaram a contar com técnicas construtivas que garantem racionalização e a criação de obras mais limpas e ambientalmente corretas, seja por seus métodos operacionais ou pelos materiais que empregam. Como se não bastasse, os sistemas construtivos sustentáveis hoje existentes ainda viabilizam construções com produtividade elevada, custos mais acessíveis e alta qualidade.

Entre algumas das opções de técnicas construtivas sustentáveis, temos as construções realizadas em Contêiner caracterizadas por serem restritamente racionais, devido o material apresentar características industriais e tamanhos padronizados. Dessa maneira, o

projeto arquitetônico realizado para esse método construtivo, deverá atender às dimensões e as características padrões da estrutura em questão (KEELER; BURKE, 2010).

Keeler e Burke (2010) também afirmam que o método projetual do sistema em contêiner pode ser comparado ao usado em construções realizadas com o *Steel frame*, necessitando de um projeto arquitetônico mais detalhado, para evitar possíveis problemas futuros com adequações de projeto. Assim, utilizando-se dessas duas técnicas construtivas sustentáveis apresentadas, o presente trabalho visa fazer uma análise comparativa de custo entre uma edificação realizada seguindo a metodologia em Contêiner e outra em *Steel Frame*, na cidade de São Luís, Maranhão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Comparar o custo de uma edificação projetada utilizando-se de sistemas construtivos em Contêiner Marítimo e *Steel Frame*.

1.1.2 Específicos

- Apresentar características dos dois sistemas a serem analisados: Contêiner Marítimo e *Steel Frame*.
- Apresentar Vantagens e Desvantagens dos sistemas.
- Verificar qual dos métodos construtivos em estudo seria mais vantajoso para a implantação de uma edificação na cidade de São Luís - MA.

2 JUSTIFICATIVA

Uma das maiores atividades geradoras de resíduos na atualidade é a construção civil. Deste modo, como forma de minimizar a geração destes, assim como garantir a qualidade das construções, a produtividade e a competitividade de mercado, as construtoras estão adotando tecnologias e metodologias inovadoras de projeto. E ainda, implementando novas técnicas e ferramentas que visam trazer melhorias em diversas áreas de atuação, como por exemplo, redução do desperdício, o que traz vantagens significativas para as empresas.

Nesse sentido, o mercado da construção civil tem investido em novos métodos construtivos, visando uma maior rapidez na conclusão da obra, da qualidade de material, substituição de mão de obra manual por mecanizada, canteiro de obras mais limpo e organizado, optando assim por métodos construtivos industrializados e sustentáveis.

Diante disso, o referido trabalho visa fazer uma comparação de custo entre os Sistemas Construtivos em Contêiner e *Steel Frame*, mostrando características, diferenças e interfaces entre os mesmos, evidenciando as vantagens e desvantagens, que cada sistema oferece e elencando os fatores que fazem com que seus componentes, uma vez relacionados se sobressaiam entre si.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1.1 Definição de Sustentabilidade

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2010), o conceito de sustentabilidade foi originalmente proposto após o relatório de Brundtlan (1997). Onde tal relatório tinha por objetivo direcionar formas de utilização dos recursos da natureza e para conservação da vida no planeta.

Ainda de acordo com IPEA (2010), o relatório foi elaborado pela Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMD) e compôs um conjunto de iniciativas que procuravam levar em conta os riscos do uso de recursos naturais sem considerar a capacidade de renovação desses recursos. Dessa maneira, para atender ao desenvolvimento sustentável, faz-se necessário levar em consideração âmbitos econômicos, sociais e ambientais.

Atualmente existem várias definições para o termo sustentabilidade, dentre elas: “Sustentabilidade é a característica de um sistema que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas necessidades” (MATTAR, 2007).

3.1.2 Características de uma Construção Sustentável

Para que a construção seja considerada sustentável, faz-se necessário que seus princípios sejam aplicados ao ciclo de vida dos empreendimentos. Isto significa que o projetista terá que projetar para o meio ambiente, procurando utilizar subprodutos e reciclando materiais ou usando materiais recicláveis, ou seja racionalizando todo o projeto em prol da sustentabilidade da construção (IDHEA, 2007).

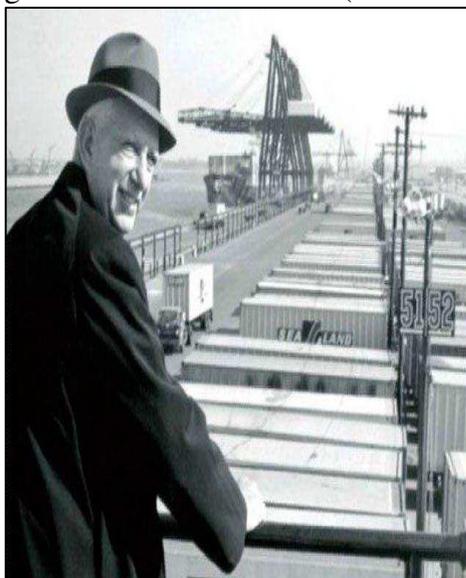
Ainda conforme IDHEA (2007), existem nove princípios a serem seguidos para que construção se torne sustentável, sendo eles: planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia de água; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termoacústico; uso racional de materiais e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

3.2 A UTILIZAÇÃO DO CONTÊINER E SUAS CARACTERÍSTICAS

3.2.1 Histórico

Em meados do século XIX, diversos países europeus já utilizavam grandes caixas para transferir mercadorias de um lugar para outro. O Reino Unido por exemplo, usava caixas de madeira retangulares simples, cerca de quatro por caminhão, onde estas eram utilizadas para transportar carvão das colinas de Lancashire para Liverpool. Entretanto, o primeiro contêiner de transporte só foi inventado e patenteado em 1956 por um americano chamado Malcolm McLean, conforme apresentado na Figura 1 (MIRANDA, 2016).

Figura 1 - Malcolm Mclean (1914-2001)



Fonte: MIRANDA CONTAINER, 2016.

Sendo os contêineres reconhecidos pela *International Organization for Standardization* (ISO) somente em 1968, quando a mesma os padronizou e estabeleceu suas características (SANTOS, 1980).

Para Ribeiro (2011), os contêineres surgiram como cofres de aço para acelerar as operações de transporte rodoferroviário até os portos e navios. Além disso, relata também que a ocorrência da 2ª Guerra Mundial, teve relativa importância na expansão do uso dos contêineres pelo mundo, pois nesse período, o exército americano passou a utilizá-los como pequenos centros médicos mantidos nas frentes de batalha, devido à sua fácil movimentação, além de auxiliar no transporte de suprimentos e para suas tropas, tornando este o mais ágil sistema de remessas de armamentos, munições, alimentos e medicamentos.

Já o uso de contêineres para habitação começou como abrigos temporários em países que sofreram desastres naturais ou em guerras, como na Guerra do Golfo em 1991, onde também serviram como transporte de prisioneiros iraquianos (PORTAL METÁLICA, 2012).

Nos Estados Unidos, houve um acúmulo de contêineres em desuso na última década, causado pelo desequilíbrio entre importações de mercadorias vindas da Ásia. Devido à grande quantidade de importação e o baixo número de exportações do país, muitos contêineres tinham que ser enviados à sua origem vazios a um alto custo de frete, dessa maneira a compra de novos contêineres na Ásia acabava sendo uma alternativa mais vantajosa (GADAROWSKI, 2014). Tal fato, contribuiu para uma nova utilidade dos contêineres, passando a serem utilizados como habitação.

De acordo com o Portal Metálica (2012), a utilização de contêineres no Brasil é recente. Em 2010 foi construída a primeira loja em contêiner para a empresa *Container Ecology Store* conforme Figura 2.

Figura 2 - *Container Ecology Store*



Fonte: ESTADÃO, 2011.

Já a primeira residência em contêiner no Brasil, foi construída em São Paulo no ano de 2011, pelo arquiteto Danilo Corbas (Figura 3), que propôs soluções eficientes, práticas, utilizando design e arquitetura de elevado nível de complexidade de uso, diferentemente do que acontecia no início do uso deste material como elemento construtivo (PORTAL METÁLICA, 2012).

Figura 3 - Casa do Arquiteto Danilo Corbas em Cotia (São Paulo)



Fonte: PEDRO ABUDE/PLINIO DONDON, 2013.

Hoje é crescente este tipo de construção no Brasil, já existem empresas especializadas que realizam diversos projetos em contêineres tanto residenciais como mostrado na Figura 4, quanto comerciais (Figura 5). Onde tais projetos acabam sendo difundidos, o que aumenta a procura pelo método construtivo, até mesmo por seu caráter sustentável e também em função de vantagens como: redução do custo final da obra, do tempo de execução e de resíduos (ESSER, 2012).

Figura 4 - Casa Liray contruída no Chile em 2010



Fonte: SERGIO CAMPILLO, 2015.

Figura 5 - Farma Container inaugurada na cidade de São Luís- MA (2017)

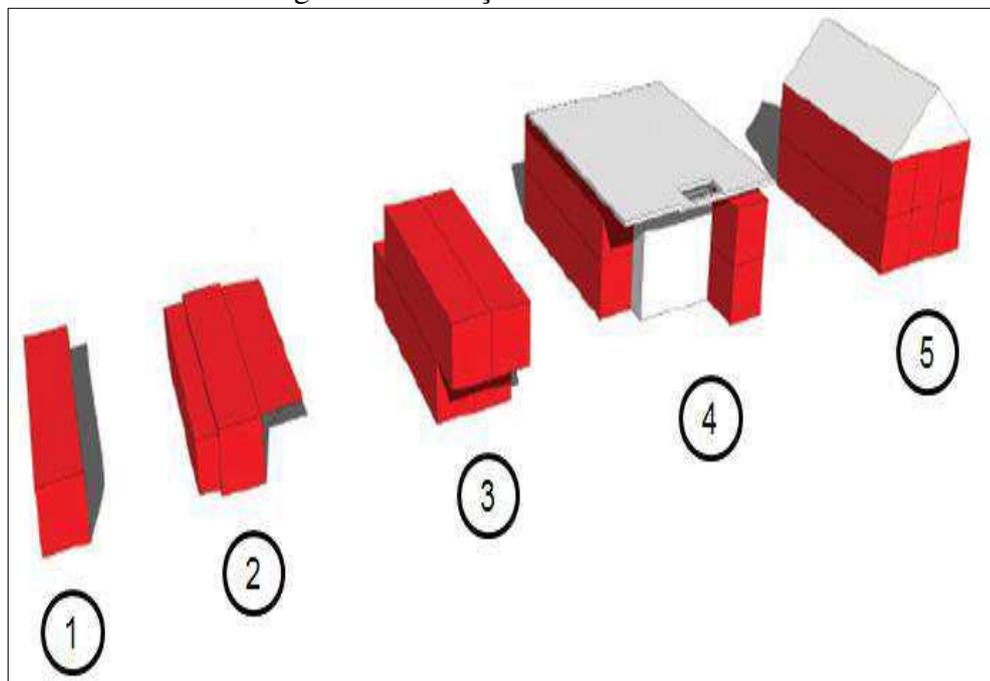


Fonte: 3R CONTAINER, 2017.

Inicialmente o contêiner era utilizado apenas como módulo construtivo, adaptando-o às necessidades do usuário. Com o passar dos anos novas tendências arquitetônicas foram implementadas como por exemplo, revestir o container para esconder ou personalizar sua aparência industrial, tais medidas fizeram com que este tipo de construção se tornasse mais aceitável atraindo um público maior (KOTNIK, 2013). E com aumento da procura por este método, foram necessárias adaptações, com inclusão de mais unidades construtivas, agregando outros materiais até chegar no modelo de unidades modulares produzidas em série.

Na Figura 6, temos a representação esquemática da Evolução dos Contêineres:

Figura 6 - Evolução dos Contêineres



Fonte: KOTNIK, 2013.

- 1) Uso Conceitual;
- 2) Expandindo o espaço interno;
- 3) Combinações com mais módulos;
- 4) Combinações com outros materiais;
- 5) Incorporação de características de construção pré-fabricada.

3.2.2 Características Gerais do Contêiner Marítimo

O contêiner é definido como uma estrutura, de aço ou outro material resistente, desenvolvida para o transporte intermodal de produtos, de fácil transporte por navios ou outros meios, normalmente veículos pesados próprios para tal (GIANESI; KIELING, 2014).

Segundo Milaneze et al. (2012), em sua típica utilização, o contêiner possui vida útil que gira em torno de aproximadamente dez anos. Passado este tempo a manutenção se torna economicamente impraticável e acabam largados em portos.

Para que um contêiner possa ser utilizado na construção é necessário que este passe por uma reforma (quando a peça for reutilizada), na qual suas superfícies são regularizadas e adaptadas de acordo com o projeto arquitetônico (abertura de portas e janelas). Ao passo em que deve ser submetido ao tratamento com antiferrugem e pintura impermeabilizante, para poder suportar a ação de agentes externos (KEELER; BURKE, 2010).

Ainda de acordo com Keeler e Burke (2010), os isolamentos térmico e acústico das superfícies devem ser previstos em projeto, sendo itens de grande importância para a realização do mesmo, já que os contêineres necessitam que as partes elétricas e hidráulicas sejam embutidas nas paredes. As preocupações referentes ao isolamento térmico giram em torno do uso de espumas, fibras de vidro e seus aglomerantes. As questões energéticas também são significativas, exigindo tipos de isolamento eficientes e de alto desempenho.

3.2.3 Especificações e Tipos de Contêineres

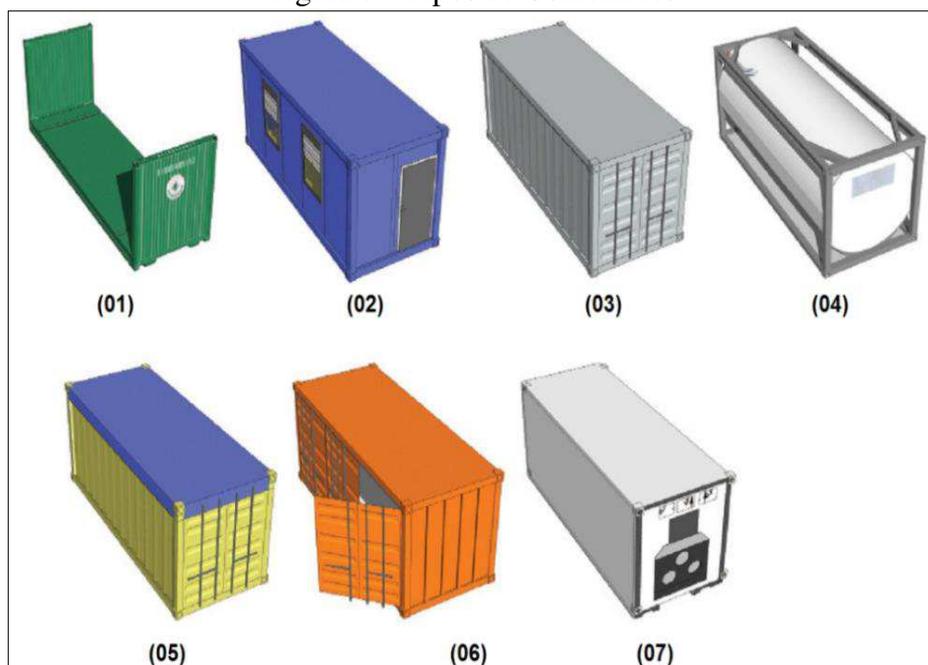
A fabricação de contêiner marítimo precisa atender as normas da ISO (*International Standart Organization*), pois ela regulariza as dimensões e especificações técnicas de produção (LOURENÇO, 2010).

Os contêineres funcionam como se fossem módulos, e podem ser misturados entre si para criarem diversas composições. É importante que se tenha conhecimento acerca do modelo e das medidas do contêiner para utilizar o tamanho mais adequado de acordo com o projeto.

Sobre os tipos existentes de contêiner, o mercado já fabrica contêineres destinados exclusivamente à construção civil (SOBRAL, 2011). De todos os modelos existentes marítimos, os dois tipos mais usados na construção são os contêineres *Dry* e HC ou *High Cube*, já o modelo *Open Side* é utilizado em menor escala. Os três modelos apresentam medidas que permitem a criação de ambientes de dimensões proporcionais às de uma casa comum, e também pelo tipo de carga que carregam durante seu uso, que não costuma ser tóxica.

Na Figura 7, podemos observar os tipos de contêineres: *flat-rack* contêiner (01); contêiner para construção (02); contêiner de transporte de carga (03); contêiner tanque (04); contêiner com abertura superior (05); contêiner com abertura lateral (06) e contêiner refrigerado (07).

Figura 7 - Tipos de Contêineres



Fonte: KOTNIK, 2013.

3.2.3.1 Contêiner Dry Standard

O Contêiner *Dry*, sem ser modificado é todo fechado, possuindo apenas duas portas traseiras para carga e descarga podendo ainda apresentar medidas diferentes. Apresenta-se a seguir nos itens a e b as classificações dos contêineres (SANTOS, 1980).

a) *Dry Box 20'*: Contêiner geralmente utilizado para cargas secas, pode ser usado para estocagem de: cargas não perecíveis, grãos, materiais e até mesmo veículos. Podemos observar suas dimensões na Tabela 1.

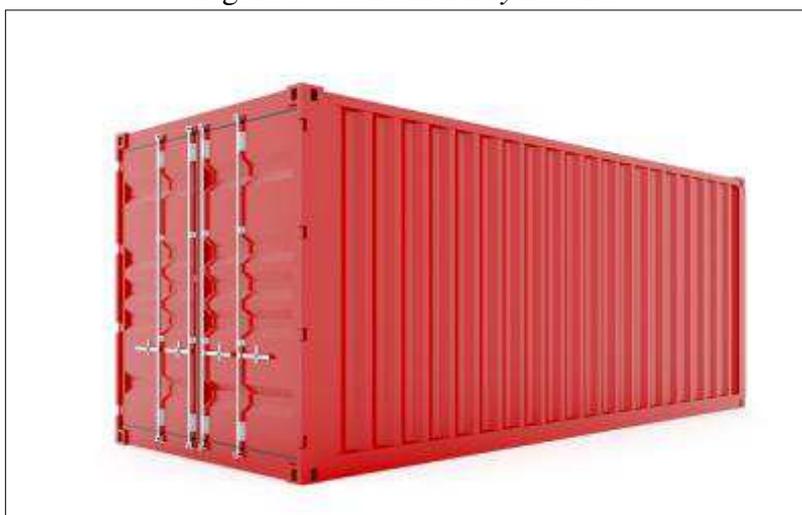
Tabela 1 - Dimensões *Dry Box 20'*
Dry / High Cube (HC)

| | | | |
|-------------|-------------------------------|-------------|------------|
| Comprimento | 20 pés | | |
| Capacidade | 21,60t / 33,20 m ³ | | |
| Dimensões | Comprimento (m) | Largura (m) | Altura (m) |
| Externas | 6,06 | 2,44 | 2,59 |
| Internas | 5,90 | 2,35 | 2,40 |

Fonte: SANTOS, 1980 (Adaptado pelo autor).

Podemos observar na Figura 8, o desenho esquemático de um Contêiner *Dry Box 20* pés.

Figura 8 - Contêiner *Dry Box 20'*



Fonte: CMG CONTAINER MANAGEMENT GROUP, 2012.

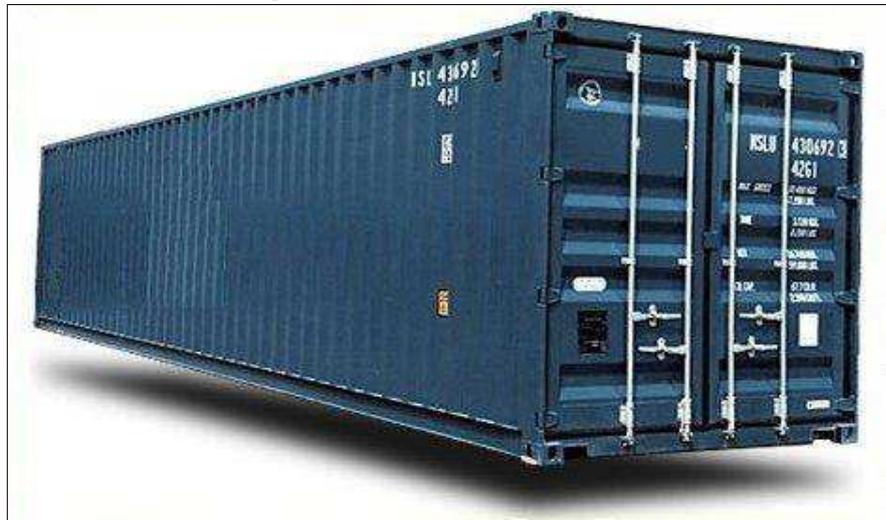
b) *Dry Box* 40: Assim como o *Dry Box* 20, também é geralmente utilizado para estocagem, apresentando mesma largura e altura, contudo maior comprimento como apresentado na Tabela 2.

| Tabela 2 - Dimensões <i>Dry Box</i> 40' | | | |
|---|-------------------------------|-------------|------------|
| Dry / High Cube (HC) | | | |
| Comprimento | 40 pés | | |
| Capacidade | 26,50t / 66,70 m ³ | | |
| Dimensões | Comprimento (m) | Largura (m) | Altura (m) |
| Externas | 12,19 | 2,44 | 2,59 |
| Internas | 12,02 | 2,35 | 2,40 |

Fonte: SANTOS, 1980 (Adaptado pelo autor).

Na Figura 9, podemos observar o desenho esquemático de um Contêiner *Dry Box* 20 pés.

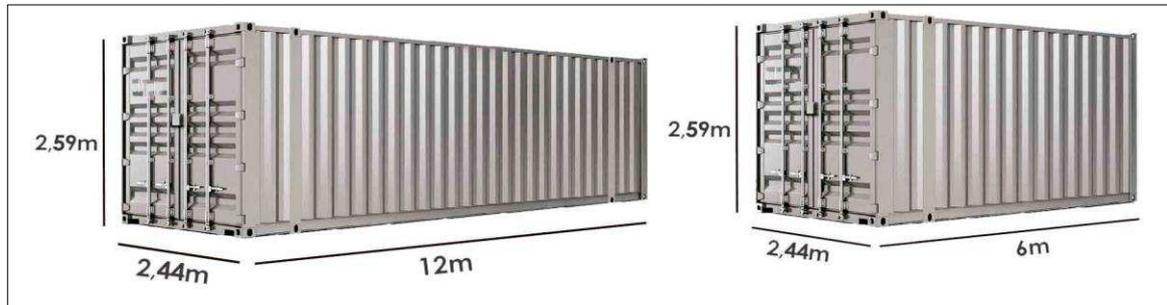
Figura 9 - Contêiner *Dry Box*'40



Fonte: MGBLOCK CONTAINERS, 2016.

Abaixo, a Figura 10 apresenta a comparação entre os contêineres *Dry Box* 20 e 40 pés, com suas respectivas dimensões.

Figura 10 - Dimensões *Dry Box* 40' (esq.) e *Dry Box* 20' (dir.)



Fonte: MIRANDA CONTAINER, 2015.

3.2.3.2 Contêiner *Dry High Cube*

O contêiner *Dry High Cube* é totalmente similar ao *Standard*, exceto pela sua altura, que é um pouco maior. Os modelos *High Cube* são 30 centímetros mais altos que o contêiner *Dry* (SANTOS 1980).

Conforme Santos (1980), a Tabela 3 apresenta as dimensões do Contêiner *Dry High Cube*.

Tabela 3 - Dimensões *Dry High Cube*

| Dry / High Cube (HC) | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|------------|
| Comprimento | 40 pés | | |
| Capacidade | 26,30t / 76,20 m ³ | | |
| Dimensões | Comprimento (m) | Largura (m) | Altura (m) |
| Externas | 12,19 | 2,44 | 2,90 |
| Internas | 12,02 | 2,35 | 2,70 |

Fonte: SANTOS, 1980 (Adaptado pelo autor).

Como visto anteriormente, o *Hight Cube* apresenta altura superior ao contêiner *Dry Box* comum. Por esse motivo, eles comportam um pouco mais de carga e devido essa diferença de altura (Figura 11), ele é o mais indicado para se desenvolver casas, escritórios ou outros projetos voltados para as pessoas.

Figura 11 - Diferença entre contêiner 40' HC (esq.) e *Dry* 40' (dir.)



Fonte:CONTAINER TECHNOLOGY, 2013.

3.2.3.3 Contêiner *Open Side*

Conforme Santos (1980), o contêiner *open side* possui apenas três paredes, sendo que uma de suas laterais é aberta. Por conta desta lateral aberta ele pode ser utilizado com baias internas, separado ambientes ou até mesmo utilizado para transporte de animais ou cargas que necessitem de uma largura maior. Já as medidas e estruturas seguem o padrão de contêineres Dry, como mostrado na Figura 12.

Figura 12 - Contêiner *Open Side*



Fonte: OXYMONTAGE, 2015.

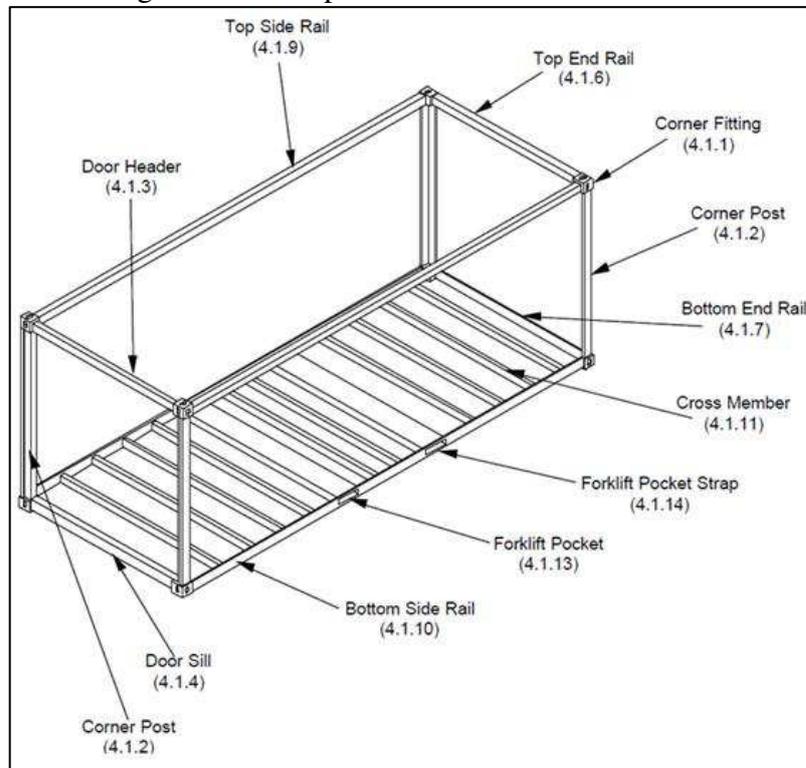
3.2.4 Estrutura

Em geral, os contêineres são formados por: face frontal, face da porta, duas faces laterais, cobertura e estrutura da base. São estruturas metálicas compostas por diversos elementos que formam pórticos. Os fechamentos laterais e frontal, cobertura e porta são compostos por chapas metálicas trapezoidais (LOURENÇO, 2010).

A estrutura principal é composta por vigas principais que delimitam o perímetro do topo e da base, vigas transversais no comprimento da base onde apoia-se o piso. Também existem elementos de aço forjado nos vértices dos contêineres que ligam as vigas principais aos elementos verticais. A porta do contêiner localiza-se em uma das faces e é composta por trancas e chapa metálica (SILVA, 2010).

Alguns dos componentes da estrutura primária, ou seja, aqueles que perdem significativamente sua função estrutural se removidos ou alterados, como: montantes (pilares) e vigas de sustentação (longarinas), podem ser ocultados dentro dos painéis de fechamento, telhado e piso, como apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Componentes Estruturais Primários

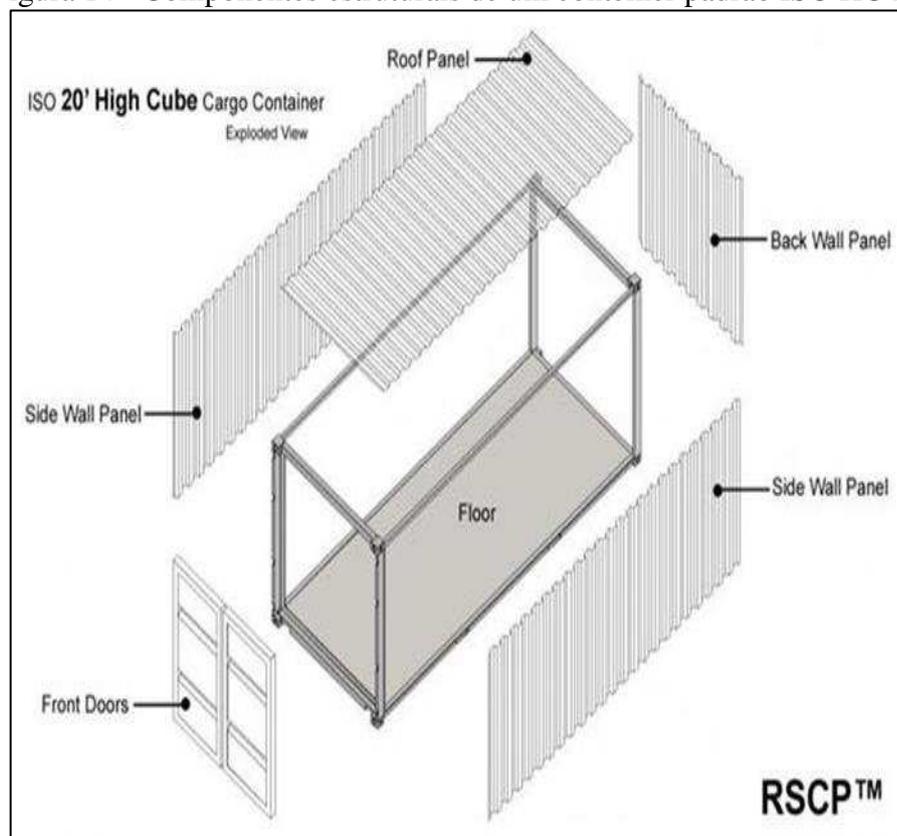


Fonte: RESIDENTIALS SHIPPING CONTAINER PRIMER, 2013.

Uma peculiaridade associada à estrutura dos contêineres é que as laterais e o fundo têm uma função estrutural e colaboram com a rigidez do sistema, portanto, durante o processo de adaptação do contêiner deve haver a preocupação em se estruturar os vãos formados pela retirada dessas partes. Outra peculiaridade faz referência ao fundo do contêiner, que é confeccionado em madeira.

Abaixo a estrutura secundária do contêiner envolve as laterais, fundo, teto, piso e portas conforme Figura 14.

Figura 14 - Componentes estruturais de um contêiner padrão ISO HC 20



Fonte: RESIDENTIALS SHIPPING CONTAINER PRIMER, 2013.

3.2.5 Processo Construtivo

3.2.5.1 Escolha do Contêiner

Nessa etapa é de suma importância comparar a metragem ideal do projeto com a superfície que os contêineres oferecem, assim o profissional já define com quantos módulos deve trabalhar e as adaptações que devem ser feitas. Com este fator definido, a atenção volta para a orientação do terreno e especificações de materiais. Considerando que os contêineres são feitos de aço, um forte condutor de calor, é importante aproveitar a orientação do terreno para garantir ventilação e insolação ideais, cogitando todos os módulos (BELTRAME, 2016).

Além das considerações citadas no parágrafo anterior, para a escolha do contêiner é condição primordial ter o conhecimento sobre a procedência da unidade, destaca Castilho e Ikegami (2015). Dessa maneira, deve-se verificar se o contêiner encontra-se devidamente nacionalizado, pois, uma vez que serão feitas alterações em sua estrutura, a nacionalização é uma premissa obrigatória. Nesse âmbito, são dois os documentos existentes: a Licença de Importação (LI) e Documento de Importação (DI). Ambos possuem a numeração do contêiner, mesma numeração presente na placa de identificação, *Container Safety Convention* (CSC) da unidade, equivalente a identidade desta apresentada na Figura 15.

Figura 15 - *Container Safe Convention* (CSC)



Fonte : TITAN CONTAINERS, 2011.

Após a escolha e nacionalização, as unidades compradas devem passar por um tratamento antiferrugem e pintura, posteriormente são encaixadas através de um sistema de engate para o transporte (KEELER; BURKE, 2010). Os contêineres também podem ser combinados, basta cortar o piso, paredes ou teto para criar aberturas e novas conexões.

Em caso de edificações com mais de um piso, o limite de empilhamento costuma ser de 5 (1 + 4) seguindo as recomendações da ISO (*International Organization for Standardization*). Mais pavimentos exigem cálculos estruturais adicionais, o que já torna a obra mais complexa.

3.2.5.2 Fundação

A fundação apresenta uma carga com melhor distribuição quando se trata de contêiner por ser autoportante (ele se autossustenta), fazendo com que em muitos casos os contêineres simplesmente sejam apoiados em dormentes de concreto, madeira ou radier, podendo ainda ser feita numa base inteira de concreto.

Segundo Xavier (2015), quando se trata de apenas um contêiner; são colocadas sapatas simples nas quatro extremidades do contêiner ou blocos de concreto para nivelamento e apoio, conforme Figura 16.

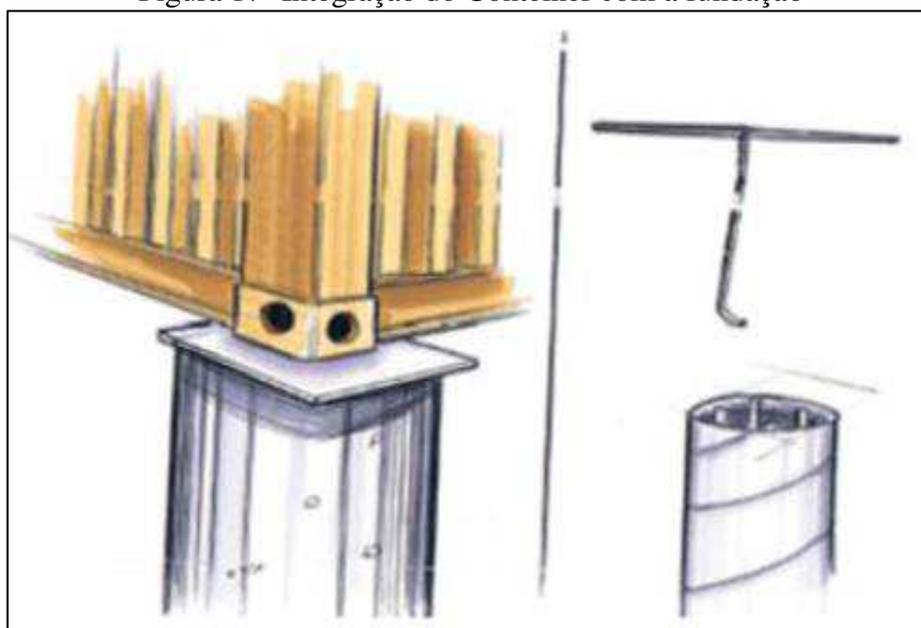
Figura 16 - Casa Contêiner em San José, na Califórnia



Fonte: CAROL DAEMON, 2011.

De acordo com Fossoux e Chevriot (2013), comumente utilizam-se placas metálicas ancoradas nas fundações através de chumbadores, onde a chapa metálica permitirá a integração do contêiner com a fundação por meio da solda das bases dos contêineres com a placas, como representado na Figura 17.

Figura 17- Integração do Contêiner com a fundação



Fonte: FOSSOUX E CHEVRIOT, 2013.

Vale ressaltar que para a locação de uma casa contêiner o terreno deve ser plano. E por questões de segurança recomenda-se que seja realizada uma camada de revestimento em brita, para isolamento do solo e sob a camada uma malha de aterramento elétrico.

Atualmente já existem kits SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), com base nas normas ABNT NBR 5419 e NBR 5410, que devem ser colocados antes da locação.

3.2.5.3 Cortes, Ligações e Junção de Contêineres

3.2.5.3.1 Cortes e Ligações

Ao cortar um contêiner ou remover qualquer um dos painéis da estrutura secundária, é possível que a integridade estrutural seja comprometida, pois sem o reforço da estrutura secundária ocorre uma deformação. Dessa maneira, sempre que uma lateral for

removida, deverá ser feito um reforço para enquadrar a abertura, além de que também deverá ser mantida uma faixa mínima da lateral a fim de manter a estabilidade estrutural do contêiner.

O reforço pode ser feito em *Light Steel Framing* (LSF) ou em Metalon. A integração dos materiais deve ser feita com solda entre os elementos de reforço e a estrutura do contêiner, como apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Execução de Cortes e Ligações em Contêineres



Fonte: MINHA CASA CONTAINER, 2015.

3.2.5.3.2 *Junção de Contêineres*

Geralmente para realizar uma casa contêiner há necessidade de se unir dois ou mais contêineres, a ligação entre os módulos deve ser feita de modo que estes se comportem como um grande bloco. Existem três tipos de interfaces: as verticais, executadas em paredes, as inferiores, executadas no fundo e as superiores, executadas no teto do contêiner. As interfaces são feitas com o auxílio de placas metálicas.

Conforme Fossoux e Chevriot (2013), as interfaces superiores são executadas com soldas horizontais e devem ser as primeiras a serem feitas, pois visam garantir um ponto de estabilidade de toda a estrutura do contêiner. Uma placa de aço deve ser colocada sobre a união dos contêineres e soldada em cada lado. A placa soldada em ambos os contêineres consolidará os módulos e tem função de auxiliar na estanqueidade. É importante que a consolidação dos mesmos seja realizada com completo nivelamento dos módulos, a fim de se evitar o empenamento.

A Figura 19 apresenta o desenho esquemático da ligação de interface superior entre contêineres.

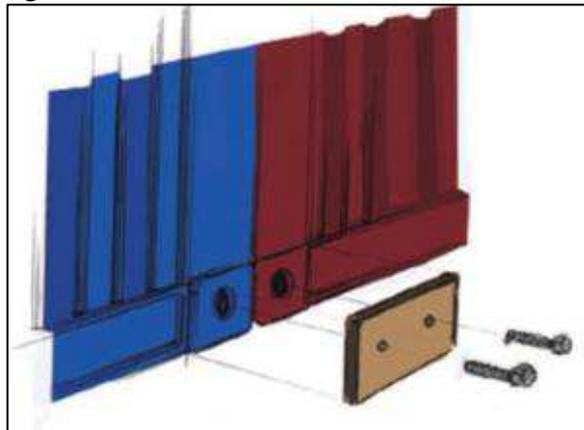
Figura 19 - Interface Superior entre Contêineres



Fonte: FOSSOUX CHEVRIOT, 2013.

Já a interface entre a parte inferior de dois contêineres pode ser feita aproveitando-se dos encaixes padrão representados na Figura 20.

Figura 20 - Interface Inferior entre Contêineres



Fonte: FOSSOUX E CHEVRIOT, 2013.

Quanto a ligação com alvenaria, normalmente solda-se um perfil U – ou duas cantoneiras paralelas – no contêiner para então encaixar na alvenaria, sempre com uma pequena folga para que esta possa trabalhar desvinculada da unidade metálica (FOSSOUX; CHEVRIOT, 2013).

3.2.5.4 Instalações Elétrica, Hidrossanitária e Isolamento Termoacústico

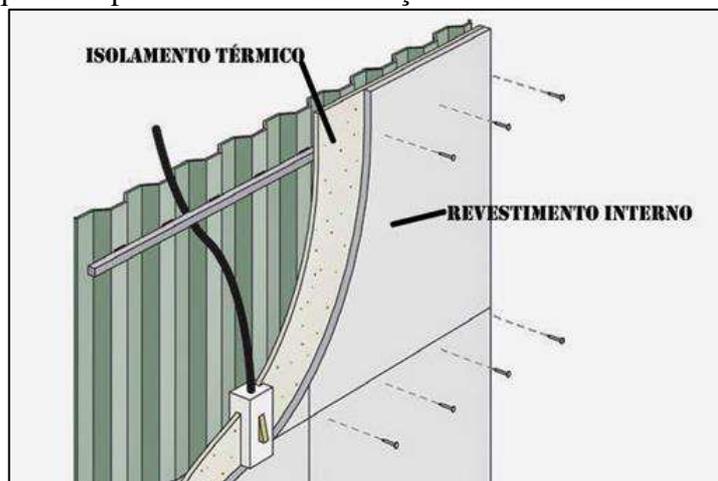
As instalações elétricas são feitas com eletrodutos convencionais, e normalmente com tubos rígidos de cor amarela, para diferenciar dos tubos rígidos pretos usados nas instalações hidráulicas. Depois da colocação dos eletrodutos, devem ser instaladas as mantas de isolamento térmico e acústico e os painéis de gesso acartonado das paredes internas, que vão servir de base para a colocação das caixinhas e tomadas.

As instalações hidráulicas também podem ser feitas com tubulações convencionais, porém é mais indicada a utilização de tubos bem moles e flexíveis conhecidos como tubos PEX, de polietileno reticulado, que resistem a altas temperaturas e podem ser utilizados tanto para água fria como para água quente, de maneira a garantir mais rapidez na instalação. Vale ressaltar que a fundação facilita a passagem da tubulação, uma vez que propicia a elevação do contêiner.

Segundo Fossoux e Chevriot (2013), o isolamento térmico é indispensável quando se constrói em contêineres, pois o aço corten é um ótimo condutor térmico. Dessa maneira, existem duas formas básicas de isolamento: a interna e a externa.

Atualmente no mercado existem vários materiais utilizados como isolantes térmicos, desde os mais comuns como lã de vidro, poliuretano e EPS, até os mais atuais e ecológicos como o Isoft, feito de garrafa PET, que também acabam atuando como isolantes acústicos. Estes são colocados em forma de “sanduíche” entre a estrutura e placas de cimento, OSB e até mesmo *Dry-Wall*. Nestes vãos também são instalados a fiação elétrica e canos hidrossanitários conforme Figura 21.

Figura 21 - Esquema representativo de instalação elétrica e termoacústica em contêiner



Fonte: MY CONTAINER HOME, 2018.

3.2.5.5 *Divisória, Revestimento, Pintura e Acabamento*

Após sua escolha, compra e regularização, o container passa por um tratamento anticorrosivo com lixamento da superfície e aplicação de primer. A pintura externa (podendo ser esmalte sintético, tinta automotiva ou PU), é aplicada também nessa etapa são feitos os recortes de esquadrias. Depois do isolamento termo acústico, instalações elétricas e hidrossanitárias, segue-se a colocação das divisórias utilizando *Drywall*, também conhecido como gesso acartonado. E também dá início ao acabamento, com assentamento de revestimento, piso (porcelanatos, laminados, vinílicos ou cerâmicos), colocação de forro (Figura 22), pintura interna, fixação de portas internas e externas, assim como instalação de luminárias e peças hidráulicas.

Figura 22 - Colocação de Forro em Gesso Acartonado



Fonte: BLOG GESSEIRO, 2016.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO CONSTRUTIVO *STELL FRAME*

3.3.1 Histórico

Historicamente o sistema *Steel Frame* teve sua origem advinda de outro método construtivo sustentável, *Wood Frame*, que foi desenvolvido por colonizadores americanos em meados de 1810 a 1860, quando a população do país começou a se multiplicar em ritmo acelerado (JARDIM; CAMPOS, 2005). Diante da situação de crescimento demográfico que os Estados Unidos enfrentava na época, fez-se necessário a busca por um método construtivo que absorvesse a matéria-prima existente na região, ou seja, a madeira e se desenvolvesse de maneira prática e rápida seguindo as características da Revolução Industrial que aflorava no início do século XIX.

Assim, surgia o método construtivo *Wood Frame*, que utilizava ripas de madeira na constituição de seu esqueleto, o que só foi possível graças a inovações nas maquinarias e serrarias mecânicas, que possibilitaram obter secções de madeira muito finas e com maior rapidez. Dessa maneira, a introdução de técnicas industrializadas permitiu uma construção mais barata, capaz de ser facilmente montada e desmontada, substituindo o emprego dos carpinteiros por mão de obra não especializada (SANTIAGO et al., 2012).

Ainda segundo Santiago et al. (2012), ao contrário do que ocorreu com o sistema *Wood Frame*, o início da utilização do método construtivo baseado no aço, só foi possível anos depois. Uma vez que, diferente da madeira, o aço necessitava de técnicas aprimoradas para ser manuseado, desse modo o método construtivo *Steel Frame* só ganhou impulso pós Segunda Guerra Mundial, devido ao grande déficit habitacional e o alto custo da madeira em decorrência de catástrofes naturais que ocorreram na época no território americano

Já no Brasil, o método construtivo *Steel Frame* chegou enfrentando diversas dificuldades para se firmar, principalmente por questões culturais por parte dos brasileiros. Atualmente o mercado brasileiro desenvolveu-se bastante, tanto na procura pela técnica, mas especialmente na linha de fornecedores: hoje os componentes são todos feitos no Brasil com garantia de qualidade e até mesmo concorrência entre empresas.

No país, embora o *Steel Frame* venha sendo mais utilizado nos grandes centros como: São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba, gradualmente o sistema começa a se expandir para outras regiões. Como exemplo, tem-se a região Norte que recebeu as instalações da Petrobrás no campo de gás de Urucu, no meio da Amazônia e a região Nordeste com uma pousada em Fernando de Noronha (Figura 23), construída com o sistema *Steel Frame* (BONANZA, 2017).

Figura 23- Pousada em Fernando de Noronha construída com o sistema *Steel Frame*



Fonte: BONANZA STEEL FRAME, 2017.

3.3.2 Característica Gerais do *Steel Frame*

O Steel Frame ou Light Steel Frame (LSF) assim como é conhecido mundialmente, também chamado de construção seca, trata-se de um sistema construtivo geralmente autoportante, composto por componentes industrializados que possibilitam uma construção com maior praticidade, precisão e de rápida execução. (SANTIAGO, 2012).

O sistema construtivo *Steel Frame* pode ser definido como processo composto de um esqueleto estrutural em aço, formado por diversos elementos individuais ligados entre si, que passam a funcionar em conjunto para que possa resistir às cargas solicitadas. Assim, o sistema é formado por vários subsistemas, que são além do estrutural, o de fundação, de isolamento termo acústico, de fechamento interno e externo, de instalações elétricas e hidráulicas. (CONSUL STEEL, 2002).

A principal diferença do sistema *Steel Frame* é a limpeza do canteiro de obras, pois não há necessidade do uso de água proporcionando uma construção seca. Outra característica é a precisão, tanto dos cálculos quantitativos (quantidade de material utilizado) quanto da execução. No método construtivo a geração de resíduos é praticamente zero, já que a estrutura é fabricada com as dimensões definidas em projeto, dispensando o corte de peças, o que conseqüentemente gera uma construção mais barata, rápida e limpa. (SANTIAGO, 2012).

Em situações que exigiam mais de um pavimento na edificação (Figura 24), a separação entre um pavimento e outro é feita por lajes leves, que são perfis de aço galvanizado revestidos por madeira, placa cimentícia ou outro tipo de placa, e por forros leves, que podem ser forros de *drywall*, pvc, dentre outros materiais. Também podem ser utilizadas lajes pré-moldadas de concreto.

Figura 24 - Projeto Residencial em *Steel Frame*



Fonte: CONSTRUTORA MICURA, 2016.

3.3.3 Métodos de Construção

De acordo com Santiago et al. (2012), existem três métodos principais para a realização da construção utilizando o método construtivo *Steel Frame*, são eles: Método *Stick*, método por painéis e método por construção modular.

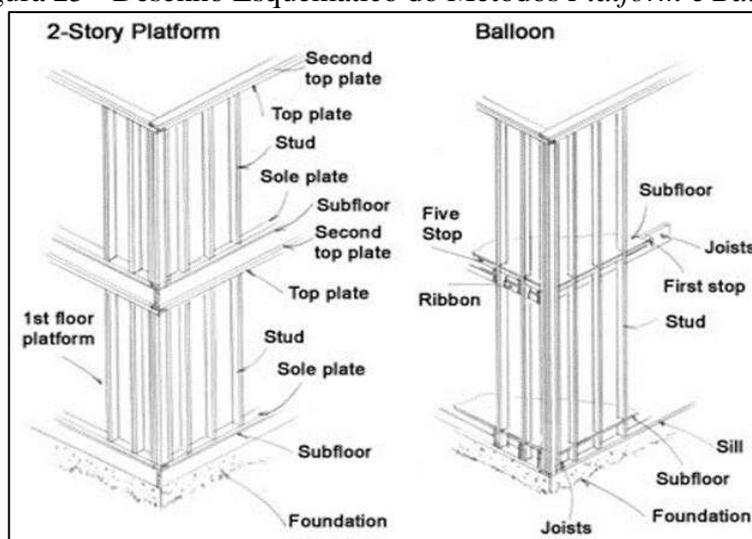
3.3.3.1 Método *Stick*

Todas as partes da edificação são cortadas no canteiro de obra, juntamente com a montagem dos painéis, lajes, tesouras e cobertura. Os painéis podem vir perfurados para passagem de instalações hidráulicas e elétricas. Essa técnica pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não é viável, apresentando vantagens como a facilidade de transporte dos perfis até o canteiro e fácil execução das ligações entre os elementos.

O método *Stick* ainda pode ser subdividido em *Platform* e *Balloon*: Na construção *Stick Balloon* a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis geralmente são muito grandes e vão além de um pavimento. Já no método *Stick Platform*, pisos e painéis são construídos sequencialmente um pavimento de cada vez, e os painéis não são estruturalmente contínuos. As vigas de piso são apoiadas nos montantes de forma a permitir que suas almas estejam em coincidência com as almas dos mesmos, dando origem ao conceito de estrutura alinhada ou *in-line framing*.

Abaixo, na Figura 25 a representação esquemática dos métodos *Platform* e *Ballon*.

Figura 25 - Desenho Esquemático do Métodos *Platform* e *Balloon*



Fonte : DAVES WORLD HOME, 2014.

2.3.2.2 Método por Painéis

No método por painéis, elementos como painéis, treliças de telhado, contraventamentos e lajes, podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local (Figura 26). As principais vantagens do método são a velocidade de montagem, o alto controle de qualidade na produção dos sistemas, a redução do trabalho na obra e o aumento da precisão dimensional devido às condições mais propícias de montagem dos sistemas na fábrica.

Figura 26 - Elementos estruturais como tesouras e painéis sendo transportados para obra



Fonte : MANUAL DO AÇO - STEEL FRAMING, 2016.

3.3.3.2 Método por Construção Modular

O método de construção modular apresentado na Figura 27, é constituído por unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, metais, instalações hidráulicas e elétricas, entre outras.

Figura 27- Elemento de construção Modular em *Steel Frame*

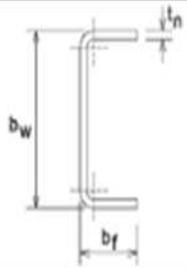
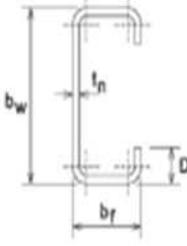
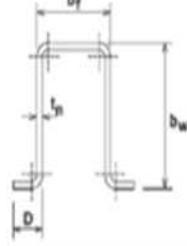
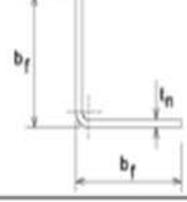


Fonte:MANUAL DO AÇO - STEEL FRAMING, 2016.

3.3.4 Características dos perfis leves

Os perfis são constituídos de chapas de aço galvanizadas pelo processo contínuo de imersão a quente, com revestimento de zinco ou liga alumínio-zinco. Os perfis mais utilizados são aqueles com configurações e designações conforme ABNT NBR 6355, apresentados na Figura 28.

Figura 28 - Padronização dos Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio (NBR 6355)

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

Fonte: MANUAL DO AÇO - STEEL FRAMING, 2016.

As seções, espessuras usuais e propriedades geométricas de perfis para *Steel Frame* são definidas conforme ABNT NBR 15253. Na Figura 29 podemos observar as dimensões nominais dos perfis.

Figura 29 - Dimensões nominais usuais de perfis de aço (NBR 15253)

| DIMENSÕES | DESIGNAÇÃO | LARGURA DA ALMA ou ABA | LARGURA DA MESA ou ABA | LARGURA DO ENRIJECEDOR DE BORDA |
|-----------|------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|
| (mm) | | mm | mm | mm |
| 90 x 40 | Montante | 90 | 40 | 12 |
| 140 x 40 | Montante | 140 | 40 | 12 |
| 200 x 40 | Montante | 200 | 40 | 12 |
| 250 x 40 | Montante | 250 | 40 | 12 |
| 300 x 40 | Montante | 300 | 40 | 12 |
| 90 x 40 | guia | 92 | 38 | - |
| 140 x 40 | guia | 142 | 38 | - |
| 200 x 40 | guia | 202 | 38 | - |
| 250 x 40 | guia | 252 | 38 | - |
| 300 x 40 | guia | 302 | 38 | - |

Fonte: NBR 15253:2014 (Adaptado pelo Autor).

3.3.5 Processo construtivo em *Steel Frame*

3.3.5.1 Fundação

As fundações para um sistema *Steel Frame* são normalmente bem menos dispendiosas com relação às construções convencionais. Isto se deve ao fato de que o peso próprio que a habitação assume é bastante inferior, somado ao fato de que não existe concentração de cargas, pois os elementos que transferem o peso ao solo não são apenas colunas isoladas e sim paredes inteiras.

Segundo Jardim e Campos (2005), a fundação da edificação normalmente é constituída de uma laje de concreto armado tipo “radier” (Figura 30), apoiado sobre terreno nivelado e compactado. Outros tipos de fundação podem ser utilizados dependendo do tipo de solo e necessidades do projeto estrutural.

Figura 30 - Fundação do tipo Radier feito para uma obra em *Steel Frame*



Fonte: RENATO RAYOL, 2012.

3.3.5.2 *Painéis*

A estrutura do sistema *Steel Frame* é composta de painéis, e estes podem ter função estrutural ou não.

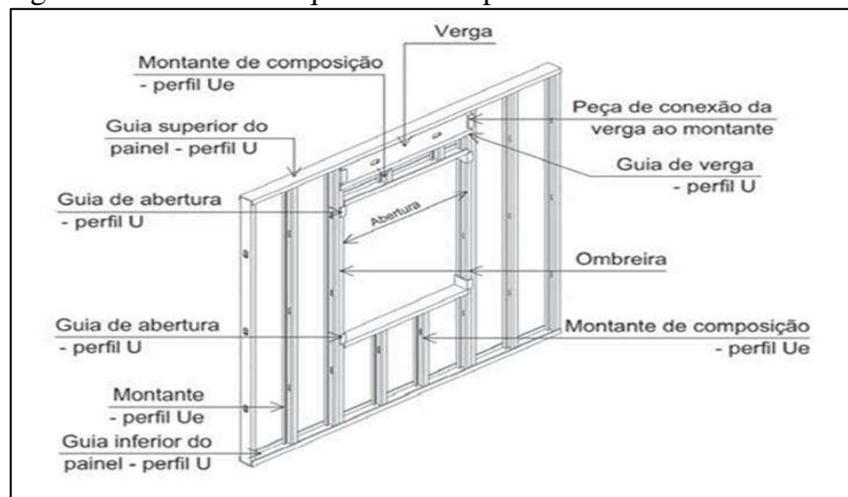
Os painéis autoportantes (estruturais) são responsáveis por absorver as cargas horizontais como vento e abalos sísmicos, e também verticais como peso próprio e sobrecarga e conduzi-las até a fundação. Já os painéis não estruturais funcionam apenas como fechamento externo ou divisória interna.

3.3.5.2.1 Painéis Estruturais

Segundo o Manual do Aço - *Steel Framing* (2016), os painéis são compostos por determinada quantidade de elementos verticais de seção transversal tipo U enrijecido, que são denominados montantes, e elementos horizontais de seção transversal tipo U denominados guias, sendo este último responsável por fixar os montantes. As guias definem o tamanho do painel e os montantes sua altura.

A distribuição dos montantes no painel como ilustrado na (Figura 31), se dá de forma alinhada e a distância entre eles é determinada de acordo com a solicitação da estrutura, podendo variar de 400 a 600 mm. À medida que o espaçamento entre os perfis de montante aumenta, a carga sobre cada um cresce, ao mesmo tempo em que para menores distâncias menos solicitado será o perfil. Também vale ressaltar, que a conexão entre montantes e guias é feita utilizando parafusos galvanizados.

Figura 31 - Desenho esquemático de painel estrutural com abertura



Fonte: MANUAL DO AÇO - STEEL FRAMING, 2016.

3.3.5.2.2 Painéis não estruturais

Os painéis não estruturais não estão aptos a suportar cargas, somente as referentes ao peso dos seus constituintes. Nesse caso são usados como fechamento externo e como divisórias internas. Um sistema de divisórias, bem conhecido, é o *Dry Wall* (gesso acartonado).

Nesse caso os painéis são bem menos complexos, um exemplo disso é o fato das aberturas de portas e janelas serem feitas de maneira mais simples, sem vergas ou ombreiras, pois não existem cargas verticais atuando no painel.

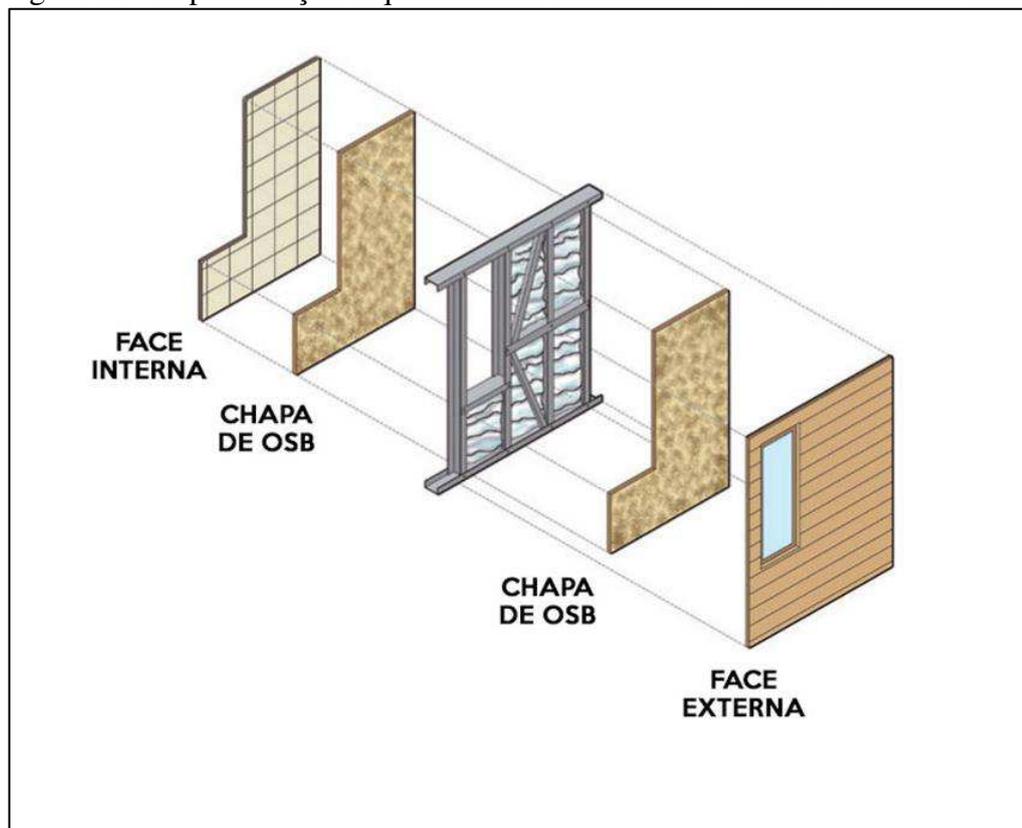
3.3.5.3 Fechamento

Os componentes do fechamento são posicionados externamente à estrutura como uma “pele” e juntamente com os perfis galvanizados formam as vedações internas e externas da construção (MANUAL DO AÇO, 2016).

São compostos por placas delgadas de acordo com a condição de uso, interna ou externa. No caso de fechamento externo são empregadas placas cimentícias ou chapas de madeira tipo OSB (*Oriented Strand Board*) diretamente sobre a estrutura metálica. Para o fechamento interno são empregadas placas cimentícias ou chapas de gesso acartonado (chapas de gesso para *drywall*).

Os componentes de vedação (Figura 32), devem atender aos seguintes requisitos, de acordo com a norma ISO 6241:1984: Segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, durabilidade, economia, higiene e conforto termo acústico e visual.

Figura 32 - Representação esquemática de Fechamento Vertical em *Steel Frame*



Fonte: ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, 2015.

3.3.5.4 Instalações Elétrica, Hidrossanitária e Isolamento Termoacústico

As redes de instalações hidráulicas e elétricas (Figura 33), são incorporadas às paredes, coberturas e lajes leves, os dutos e eletrodutos passam através de aberturas (furos) pré-existentes nos perfis de aço da estrutura. Mantas isolantes térmicas e absorventes acústicas podem ser colocadas no interior de paredes e coberturas.

Figura 33 - Instalações Elétricas no sistema *Light Steel Frame* (LSF)



Fonte: CONSTRUSECO, 2015.

3.3.5.5 Cobertura

Da mesma forma que acontece nas construções convencionais, a versatilidade do sistema utilizando Steel Frame possibilita a realização dos mais variados projetos de cobertura.

O telhado compõe-se de duas partes principais: a cobertura podendo ser de materiais diversos e a armação que corresponde ao conjunto de elementos estruturais para sustentação.

Para a cobertura podem ser empregadas telhas para vãos maiores que 1,20 m, de forma a otimizar a estrutura da mesma, também em perfis leves de aço galvanizado, ou podem também ser aplicadas telhas cerâmicas ou de concreto, sendo as ripas também fabricadas em perfis leves de aço galvanizado (FREITAS; CASTRO; 2006).

3.3.5.6 Lajes

As separações entre pavimentos, no caso de mais de um pavimento, são constituídas por lajes leves, com emprego de perfis de aço galvanizado, revestimentos de piso (madeira, placa cimentícia etc.) e de forro leve (*drywall*, madeira, PVC etc.), ou de lajes pré-moldadas de concreto.

3.3.5.7 Piso, Revestimento e Pintura

São diversos os tipos de revestimentos das paredes, com eles é possível obter uma diversidade estética criando estilos e conceitos arquitetônicos. O sistema construtivo em *Steel Frame* permite a utilização dos mesmos revestimentos do sistema tradicional como: Tijolinho aparente, revestimentos argamassados, cerâmicos e porcelanatos além de vinílicos, cimentícios ou de madeira. Além destes, também é utilizada a membrana hidrófuga que é outro tipo de revestimento necessário para o sistema. Esta membrana é colocada entre a estrutura em *Steel Frame* e as placas, e serve para impermeabilização, ajudando na vedação e evitando que água, vento e outras intempéries entrem na estrutura

Já no piso podemos utilizar a mesma variedade empregada em métodos construtivos tradicionais como: Porcelanatos, laminados de madeira, cerâmicos, granitos ou mármore.

3.3.5.8 Ligações

No Brasil, os parafusos são os tipos de ligações mais utilizadas nas construções em *Steel Frame*, sendo que com o desenvolvimento dos processos de fabricação e controle das indústrias, eles podem ser considerados extremamente confiáveis.

De acordo com Freitas e Castro (2006), são dois os tipos de parafusos utilizados, sendo classificados em autoatarraxantes e autoperfurantes. São fabricados em aço carbono, com tratamento cimenteado e temperado, recobertos com uma proteção zinco-eletrolítica, a fim de evitar sua corrosão, mantendo-os, por consequência, com características similares à estrutura galvanizada.

4 METODOLOGIA

A pesquisa de cunho descritivo traz em seu contexto uma comparação de custos entre dois métodos construtivos sustentáveis: O *Steel Frame* e o a utilização do Contêiner Marítimo na construção de edificações, ambos tidos como soluções mais viáveis e ecológicas para construção civil.

Todo o estudo foi realizado buscando comparar a viabilidade econômica dos dois métodos construtivos apresentados, mostrando resultados práticos que pudessem serem utilizados por construtoras da cidade de São Luís no Maranhão.

Uma vez que, tanto o Sistema *Steel Frame* como a Casa Contêiner, já são metodologias muito empregadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, até mesmo na construção de conjuntos habitacionais populares, por serem sistemas que apresentam mais praticidade e rapidez em sua execução.

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para o desenvolvimento do trabalho, primeiramente foi realizado um levantamento de dados, através de pesquisas bibliográficas, buscas e consultas em artigos, publicações, manuais e sites especializados.

Inicialmente foi realizada uma abordagem de contexto histórico para cada um dos métodos a serem comparados, e, por conseguinte uma exposição das características dos mesmos. Vale ressaltar que no sistema utilizando contêiner marítimo, fez-se necessário o detalhamento dos tipos de contêineres, levando em consideração que nem todos os tipos disponíveis no mercado atualmente devem ser utilizados para fins da construção civil.

Feito o desenvolvimento sobre a estrutura dos sistemas construtivos em estudo, suas principais características e materiais, abordou-se o comportamento das instalações (hidráulica, elétrica e termo acústica) dentro das limitações de cada método.

Tomando posse de todas as informações citadas acima e tendo como base construções já existentes em contêiner, *Steel Frame* e modelos tradicionais de alvenaria, foram realizados dois novos projetos de dimensionamento para uma edificação residencial de mesma área útil. O primeiro utilizando Contêiner Marítimo e o segundo, perfis de aço leve, ou seja, o Sistema *Steel Frame*.

De acordo com as análises e estudos feitos, definiu-se para os projetos a escolha de um modelo residencial que se adeque aos padrões populares da construção brasileira e seja possível a adaptação do projeto para os dois sistemas construtivos em análise: *Steel Frame* e Casa Contêiner. Para isto, foi definido um modelo de projeto arquitetônico que levasse em consideração os padrões adotados pela CEF (Caixa Econômica Federal), e que é utilizado na prática por diversas construtoras.

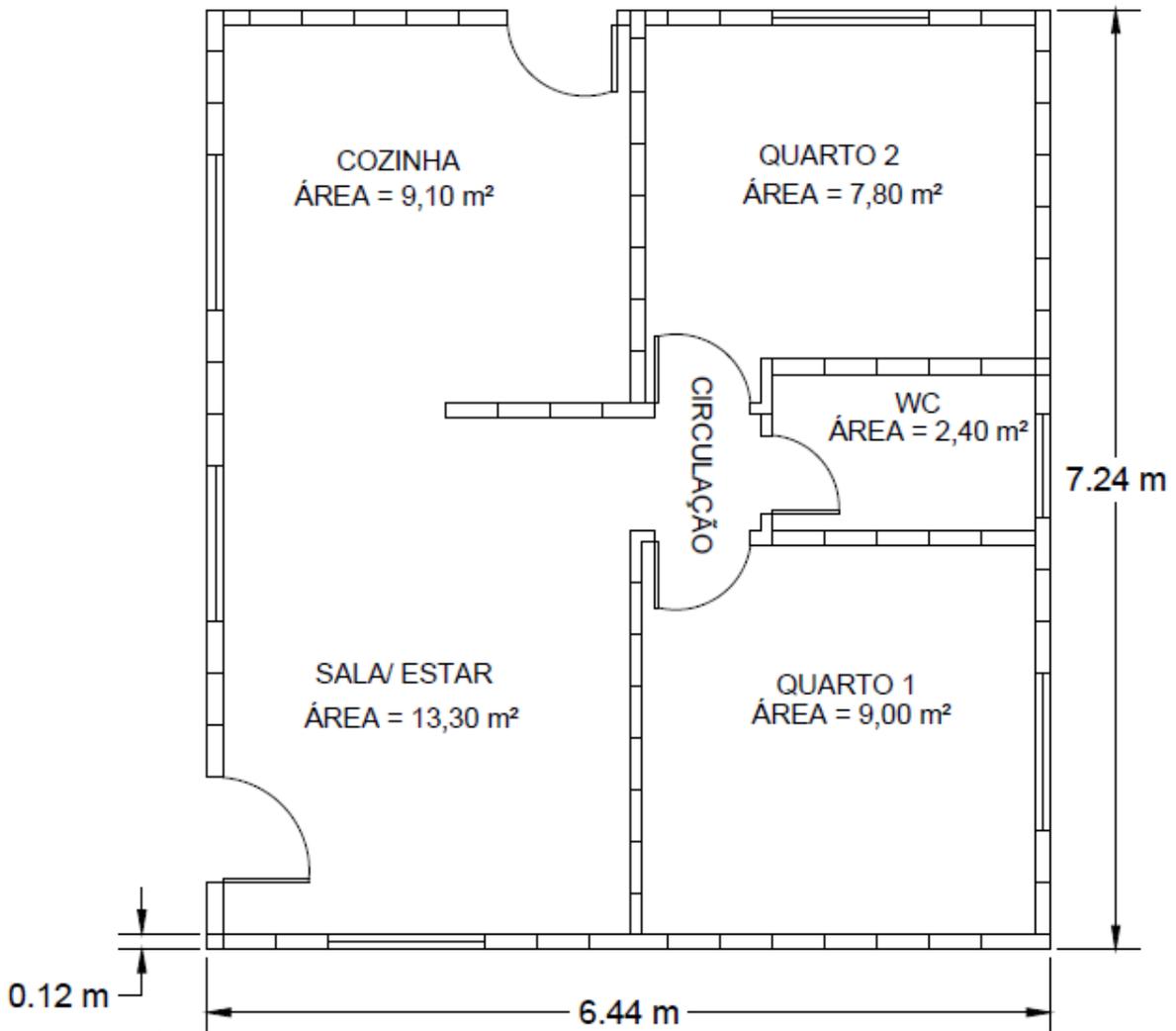
É de suma importância salientar, que no presente estudo como se trata de um comparativo de custos, apenas as etapas construtivas que sofriam alterações de um sistema para outro, foram levadas em consideração. Dessa maneira, não foram inclusas as instalações elétricas, hidrossanitárias, de piso e esquadrias. Uma vez que apresentavam o mesmo quantitativo e mesmo tipo de material para ambos os projetos. O que posteriormente resultaria em uma anulação de custos no orçamento, deste modo não alterando o resultado.

O mesmo ocorre com a fundação, que para efeitos de comparativo também não foi quantificada, visto que as duas edificações projetadas apresentam a mesma área útil e para ambos os sistemas foi adotado laje radier,

4.2 APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

A planta arquitetônica é composta por cinco cômodos: dois quartos, um banheiro, uma cozinha e uma sala de estar, totalizando 41,60 m² de área útil tanto para o Sistema *Steel Frame* como para a edificação em Contêiner Marítimo. Dessa maneira, podemos analisar as plantas arquitetônicas para ambos os sistemas nas Figuras 34 e 35.

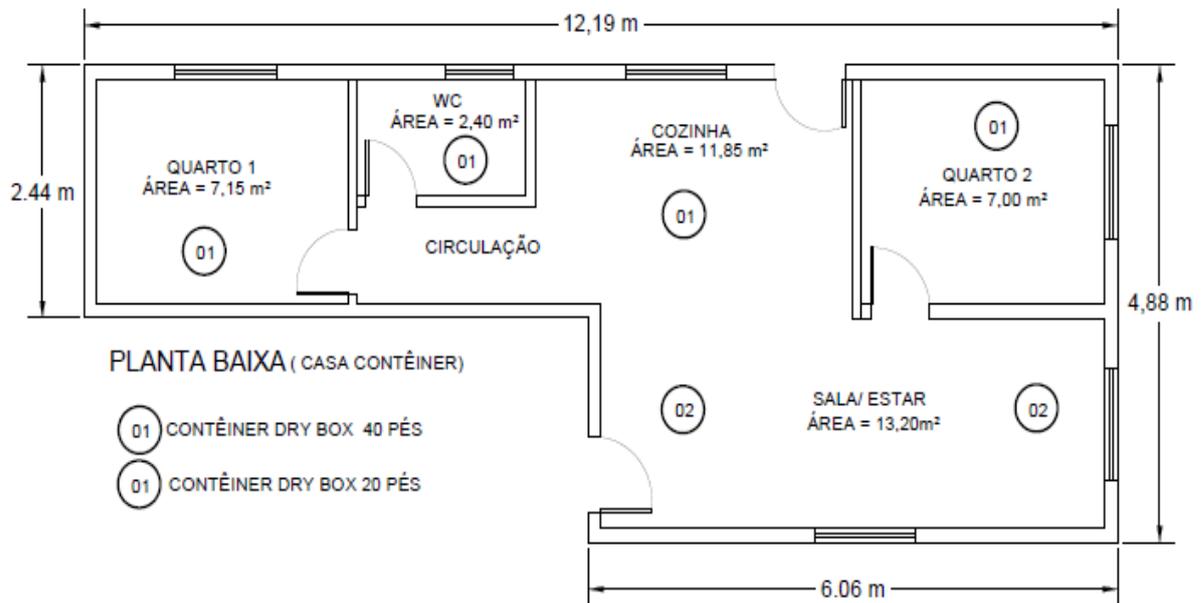
Figura 34 - Planta Baixa Referente ao Projeto em *Steel Frame*



Fonte: O AUTOR, 2018.

Vale ressaltar que na planta baixa para o projeto utilizando o sistema *Steel frame*, as paredes apresentam espessuras de 12 cm e o espaçamento adotado entre os montantes 40 cm.

Figura 35 - Planta Baixa Referente ao Projeto em Contêiner



Fonte: O AUTOR, 2018.

Na planta baixa do projeto em Contêiner, foi utilizado a numeração 1 para delimitar a área do contêiner *Dry box* 40 pés e 2 para representar a área ocupada pelo contêiner *Dry box* 20 pés.

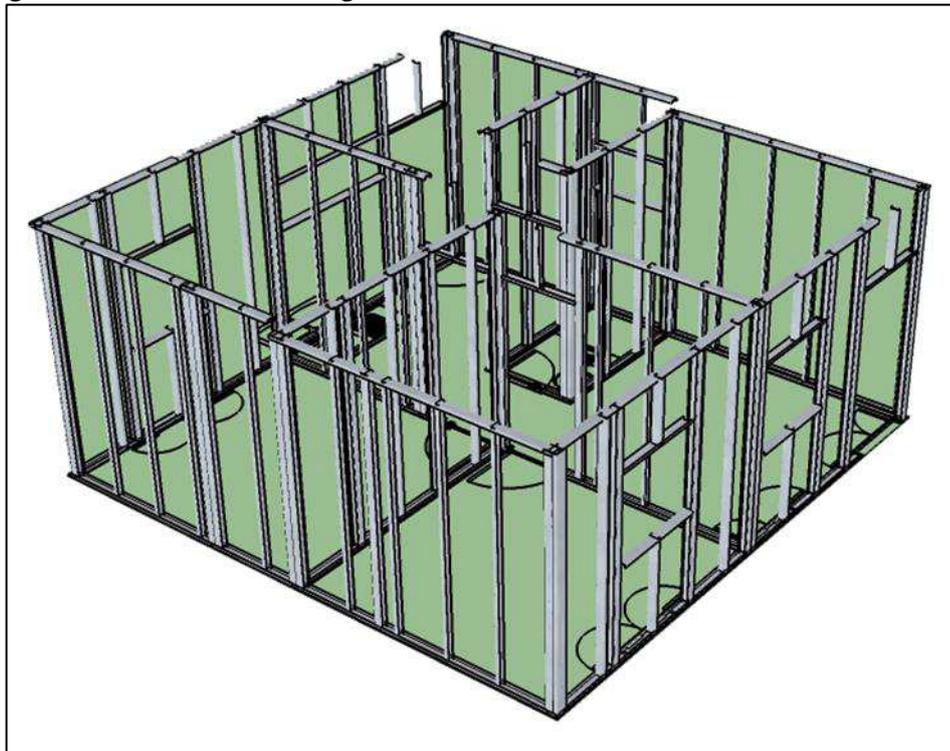
Nos APÊNDICES (C e D), podemos observar o *layout* em 3D de ambas as edificações, tanto em Contêiner como em *Steel Frame*, para melhor visualização e compreensão dos projetos.

4.2.1 Planejamento e Dimensionamento dos Projetos

4.2.1.1 Projeto Estrutural

A partir do projeto arquitetônico, iniciou-se o dimensionamento da estrutura para o Sistema *Steel Frame*, sendo realizada a modulação dos painéis estruturais com perfis de aço leve, semelhante ao que observamos na (Figura 36). Para essa modulação e seu respectivo dimensionamento, a estrutura foi montada em painéis, juntamente com o detalhamento da cobertura. Onde a estruturação dos montantes se deu a cada 40 cm, especificação necessária devido à vedação em placas cimentícias e placas de gesso acartornado, obtendo assim, paredes com 12 cm de espessura.

Figura 36 - Montantes com guia formando a estrutura do Sistema *Steel Frame*



Fonte: CARLA MARZO, 2016.

Na prática podemos observar como os painéis estruturais dimensionados são montados e também a estrutura já finalizada, conforme exemplos mostrados nas Figuras 37 e 38 respectivamente.

Figura 37- Montagem da estrutura de uma residência em *Steel frame*



Fonte: PEDREIRÃO, 2017.

Figura 38 - Estrutura em *Steel Frame* montada



Fonte: GYP STEEL INDÚSTRIA DE AÇO, 2017.

Já para o método construtivo utilizando Contêiner Marítimo, os cálculos foram realizados tendo como base a estrutura de dois modelos específicos: o *Dry box* 40 pés e o *Dry box* 20 pés. Dessa maneira, para este de tipo de método construtivo, deve-se levar em consideração principalmente as dimensões dos próprios contêineres. Uma vez que foi utilizado a própria estrutura do contêiner para fins de cálculo, apenas realizando cortes e reforços necessários conforme determinado no projeto arquitetônico. Na Figura 39 podemos observar um exemplo prático de como esse processo ocorre.

Figura 39 - Contêiner Marítimo com cortes, pronto para ser utilizado em obras residenciais



Fonte: EVOLUTION CONTAINERS, 2016

4.2.1.2 Projetos Complementares

Dentre os projetos complementares, iremos levar em consideração no orçamento apenas o isolamento termoacústico, uma vez que as demais instalações elétrica e hidrossanitária assumem os mesmos custos para ambas as edificações, por estas apresentarem a mesma área útil. Assim como, as mesmas especificações de material e metodologia de montagem semelhante.

Para o sistema termoacústico foi realizado o dimensionamento da lã de pet, que serve de isolante acústico e térmico, em toda área de parede, entre as placas tanto para o *Steel Frame* como para a Casa Contêiner. Já para o sistema *Steel Frame* em especial, além da lã de pet, também foi inserida no projeto a membrana hidrófuga, que é outro tipo de revestimento necessário para este sistema, sendo colocada entre a estrutura em *Steel Frame* e as placas e

servindo para impermeabilização da estrutura. Nas Figuras 40 e 41, podemos visualizar tanto a lã de pet como a membrana hidrófuga na prática.

Figura 40 - Lã de Pet sendo utilizada em revestimento termo acústico



Fonte: ESPAÇO SMART, 2016.

Figura 41 - Membrana hidrófuga instalada

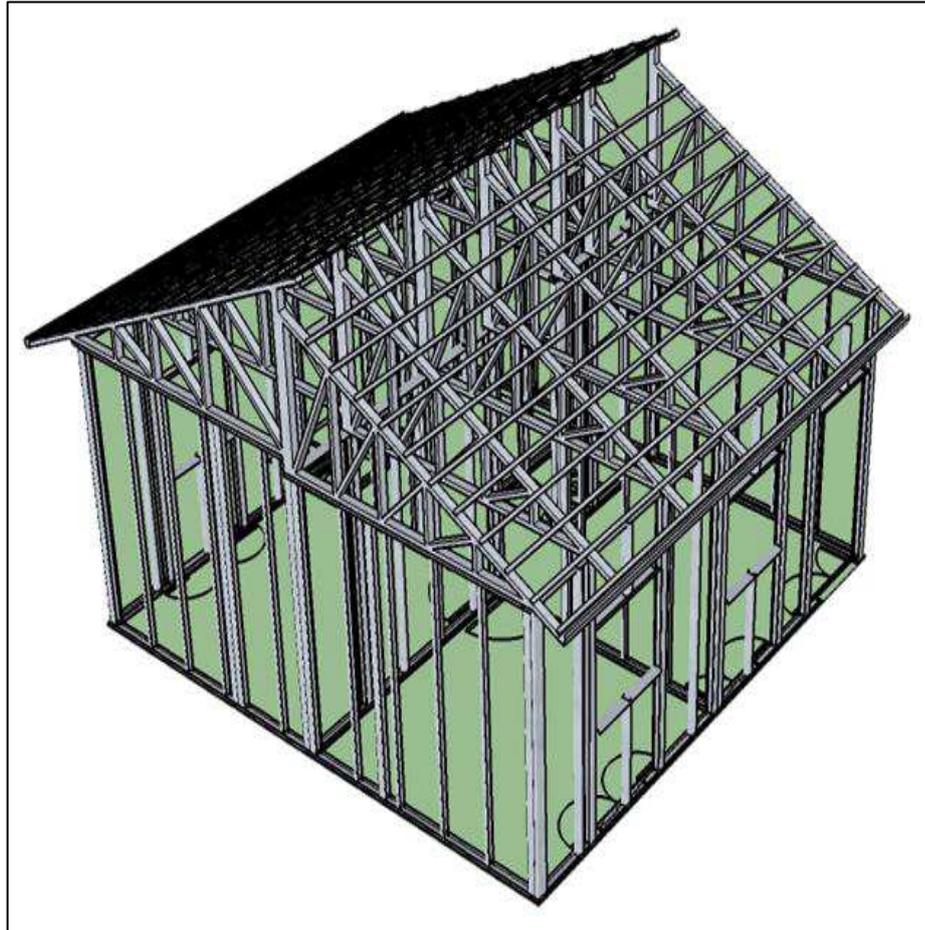


Fonte: BUILDING PRODUCTS, 2014.

4.2.1.3 Cobertura

Para a cobertura do sistema construtivo *Steel Frame*, foi utilizada estrutura metálica com perfis de aço leve, conforme esquematizado na Figura 42.

Figura 42 - Desenho esquemático da cobertura para o Sistema *Steel Frame*



Fonte: CARLA MARZO, 2016.

Já para a vedação da cobertura, definiu-se telha de fibrocimento de 6 mm, sendo importante frisar, que para levantamento de quantitativos utilizou-se o projeto arquitetônico, calculando-se apenas a área da cobertura e adotando-se 15 % para inclinação, de acordo com o tipo de telha adotada.

Na Figura 43, temos a representação da cobertura montada segundo os parâmetros adotados para a metodologia *Steel Frame*.

Figura 43 - Estrutura de cobertura montada conforme Sistema *Steel Frame*



Fonte: UPER CONSTRUTORA, 2016.

Já para a edificação utilizando contêiner, não foi utilizado cobertura. Visto que para o sistema a orientação é realizar apenas a pintura impermeabilizante na parte superior da estrutura.

4.2.1.4 *Revestimentos e Acabamentos*

Para o sistema *Steel Frame* foi dimensionado revestimento externo de placas cimentícias, ao passo que na estrutura em contêiner foi definido externamente apenas a pintura, como é comumente realizado nas edificações do próprio sistema. Na parte interna de ambas as edificações foram dimensionados forro PVC e revestimentos internos para isolamento termoacústico como já citado acima.

Nas Figuras 44 e 45 respectivamente, podemos observar exemplos de como esses revestimentos são realizados.

Figura 44 - Placas cimentícias instaladas como revestimento externo da edificação em *Steel Frame*



Fonte: WG GESSO, 2016.

Figura 45 - Pintura sendo executada em contêiner



Fonte: MJE SOLUÇÕES EM CONTAINERS, 2011.

4.2.2 Levantamento dos Quantitativos

4.2.2.1 Método Construtivo Steel Frame

No projeto em *Steel Frame*, foi realizado o levantamento de seus quantitativos para estrutura, vedação em placas cimentícias (parte externa), vedação em placas de gesso acartonado (parte interna) e demais, apresentados na Figura 46. A edificação apresenta 46,62 m² de área construída, 41,60 m² de área útil e um pé direito de 2,50 m.

Figura 46 - Resumo dos Quantitativos do Projeto em *Steel Frame*

| DISCRIMINAÇÃO | UNID. | QUANTIDADE |
|--|----------------|------------|
| SUPERESTRUTURA | | |
| Estrutura em Steel Frame. | m ² | 107,83 |
| Vedação em Placas Cimentícias parte externa e=12,5 mm | m ² | 61,60 |
| Vedação em Placas de Gesso Acartonado parte interna. | m ² | 119,10 |
| COBERTURA | | |
| Estr. em Steel Frame tesouras/terças p/ telha de fibrocimento. | m ² | 57,60 |
| REVESTIMENTOS INTERNOS | | |
| Membrana Hidrófuga proteção da estrutura LSF. | m ² | 119,10 |
| REVESTIMENTOS EXTERNOS | | |
| Lã de pet ISOSOFT IE50 isolamento térmico e acústico. | m ² | 61,60 |
| FORROS | | |
| Forro PVC l= 10 cm , entarrugamento fixado nas laterais. | m ² | 41,60 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

4.2.2.2 Método Construtivo em Contêiner Marítimo

De acordo com o projeto, foram utilizados dois contêineres um Dry Box 40 pés e um Dry Box 20 pés. Assim, foi realizado o levantamento dos quantitativos principais para o comparativo em questão. Foram quantificados os itens: área de piso, área de forro, área de divisórias internas, perímetro, pé direito, altura total. Vale ressaltar que as instalações, bem como possíveis outros complementos, não foram levados em consideração por não existirem ou por não possuir grande representatividade, sendo, portanto, para efeitos deste comparativo, dispensáveis. A Figura 47, resume os dados levantados pelo projeto.

Figura 47 - Resumo dos Quantitativos do Projeto em Contêiner Marítimo

| DISCRIMINAÇÃO | UNID | QUANTIDADE |
|-----------------------------|----------------|-------------------|
| Área de Piso | m ² | 41,60 |
| Área de Forro | m ² | 41,60 |
| Área de Divisórias Internas | m ² | 19,64 |
| Perímetro | m | 34,14 |
| Pé Direito | m | 2,30 |
| Altura Total | m | 2,59 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

4.2.3 Levantamento dos Custos Diretos

Identificados os serviços executados nos dois métodos construtivos, e levantados os quantitativos, realizaram-se as composições de todos os serviços com o auxílio da planilha do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e dados fornecidos por construtoras.

Vale ressaltar que todos os valores são referentes a custo, sem aplicação de taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) e para empresa em regime não desonerado, conforme APÊNDICE A.

4.2.3.1 *Steel Frame*

Para o sistema *Steel Frame* houve a necessidade da elaboração de novas composições uma vez que a SINAPI não apresenta composições próprias para o sistema em estudo:

- Levantamento de estrutura em *Steel Frame*;
- Levantamento de estrutura em *Steel Frame* para cobertura;
- Vedação em placas cimentícias;
- Vedação em placas de gesso acartonado;
- Aplicação de membrana hidrófuga;
- Aplicação de lã com funções de isolamento térmico e acústico;

Vale ressaltar que o custo da Superestrutura do sistema *Steel Frame* apresentado na figura 48, corresponde a 57,86 % do valor total da edificação conforme Tabela 4, que será apresentada posteriormente.

Figura 48 - Planilha de Custos Referente a Superestrutura da Residência em *Steel Frame*

| SISTEMA STELL FRAME | | | | | |
|----------------------------|--|----------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| ITEM | DESCRIÇÃO | UNID. | QUANT. | CUSTO UNITÁRIO | CUSTO TOTAL |
| 1.0 | SUPERESTRUTURA | | | | R\$ 18.541,58 |
| 1.1 | Estrutura em Light Steel Frame | m ² | 107,83 | R\$ 102,20 | R\$ 11.020,23 |
| 1.2 | Vedação em Placas Cimentícias e=12,5 mm | m ² | 61,60 | R\$ 41,63 | R\$ 2.564,41 |
| 1.3 | Vedação em Placas de Gesso acartonado (int.) | m ² | 119,10 | R\$ 41,62 | R\$ 4.956,94 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

Já a Cobertura representa 22,98 %, do custo total do orçamento para o sistema como demonstrado na Figura 49.

Figura 49 - Planilha de Custos Referente a Cobertura da Residência em *Steel Frame*

| | | | | | |
|------------|---|----------------|-------|------------|---------------------|
| 3.0 | COBERTURA | | | | R\$ 7.363,59 |
| 3.1 | Cobertura com telha de fibrocimento, e=6 mm | UN | 20,00 | R\$ 115,25 | R\$ 2.305,00 |
| 3.2 | Cumeeira Universal para telha de Fibrocimento | UN | 6,00 | R\$ 31,70 | R\$ 190,20 |
| 3.3 | Estrutura em Steel Frame da cobertura | m ² | 58,36 | R\$ 83,42 | R\$ 4.868,39 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

Na Tabela 4, podemos observar o custo total dos itens mais relevantes para o sistema *Steel Frame* em estudo.

| | |
|--|-----------|
| Tabela 4- Resumo de custos do método <i>Steel Frame</i> | |
| Custo Total (R\$) | 32.042,15 |
| Custo por m² (R\$ / m²) | 770,24 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

4.2.3.2 Contêiner Marítimo

No presente trabalho como já citado anteriormente, serão analisados apenas os itens que diferem do Sistema *Steel Frame* também em estudo, conforme ANEXO B.

Dentre os itens analisados os contêineres e o *drywall*, apresentam-se mais relevantes em termos de custo. Dessa maneira, podemos observar o custo dos dois contêineres utilizados no projeto na Figura 50.

Figura 50 - Planilha de Custos Referente a Estrutura da Residência em Contêiner

| SISTEMA EM CONTÊINER MARÍTIMO | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|------------|---------------|--------------|-----------------|----------------------|
| ITEM | DESCRIÇÃO | UN. | QUANT. | SERV. | MATERIAL | CUSTO TOTAL |
| 1.0 | CONTÊINER | | | | | R\$ 22.000,00 |
| 1.1 | Contêiner Dry Box 20 pés | UN | 1,00 | - | R\$ 9.500,00 | R\$ 9.500,00 |
| 1.2 | Contêiner Dry Box 40 pés | UN | 1,00 | - | R\$ 12.500,00 | R\$ 12.500,00 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

Já na figura 51, temos o valor do *Dry Wall*, cuja sua representatividade somada ao custo dos contêineres é de 83,66% do valor total da obra apresentado na Tabela 5.

Figura 51 - Planilha de Custos Referente a Estrutura da Residência em Contêiner

| | | | | | | |
|------------|--------------------|----------------|--------|-----------|-----------|---------------------|
| 3.0 | DRY WALL | | | | | R\$ 5.322,77 |
| 3.1 | Dry Wall 1 Face | m ² | 20,00 | R\$ 21,43 | R\$ 25,00 | R\$ 928,60 |
| 3.2 | Dry Wall 2 Faces | m ² | 19,64 | R\$ 25,00 | R\$ 41,43 | R\$ 1.304,69 |
| 3.3 | Iso. Termoacústico | m ² | 120,12 | R\$ 12,86 | R\$ 12,86 | R\$ 3.089,49 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

Na Tabela 5, podemos observar o custo total dos itens mais relevantes para o Sistema.

Tabela 5 - Resumo de custos do método em Contêiner Marítimo

| | |
|--|-----------|
| Custo Total (R\$) | 32.918,33 |
| Custo por m² (R\$ / m²) | 791,32 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS

4.3.1 Método Construtivo *Steel Frame*

Uma das principais vantagens do Método Construtivo em *Steel Frame* é a rapidez na execução da obra. Isto se deve à alguns fatores que tornam a construção do sistema mais produtiva como: a estrutura em aço pré-montada e a utilização de materiais industrializados, dentre outras apresentadas abaixo.

Segundo Santiago (2012), os principais benefícios e vantagens no uso do sistema *Steel Frame* para edificações são os seguintes:

- a. Os produtos utilizados no sistema são padronizados e com tecnologia avançada;
- b. O aço é um material de comprovada resistência e alto controle de qualidade;
- c. Durabilidade e longevidade da estrutura;
- d. Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a leveza dos elementos;
- e. Construção a seco, o que diminui o uso de recursos naturais e o desperdício;
- f. Rapidez na construção, dentre outros;

Mesmo com todas as vantagens citadas até aqui, a escolha pelo sistema *Steel Frame* deve ser feita com cuidado. O método, por exemplo, só é indicado para prédios de até cinco pavimentos. Uma vez que, na estrutura do sistema o aço se sustenta sozinho. Dessa maneira, para uma edificação com mais pavimentos, a melhor escolha continua sendo métodos tradicionais como a própria alvenaria, ou o bloco de concreto, que é autoportante.

Outra desvantagem que o sistema apresenta é quanto a mão de obra especializada, por se tratar de um método construtivo novo e não nacional, ainda é comum não encontrar em algumas cidades brasileiras mão de obra especializada para esse tipo de sistema.

4.3.2 Método Construtivo Casa Contêiner

Semelhante ao sistema *Steel Frame* o método construtivo utilizando contêiner para a construção de edificações, também apresenta vantagens como a rapidez na execução, obra mais limpa, reciclagem e baixo índice de geração de resíduos.

De acordo com Esser (2012), há algumas vantagens características do próprio método em contêiner, são elas:

- a. O sistema apresenta flexibilidade para montagem e desmontagem permitindo que seja utilizado em construções provisórias;
- b. Apresenta a possibilidade de se criar várias configurações geométricas em face de sua modularidade;
- c. Por ser de material resistente e projetado para resistir a intempéries e suportar grandes cargas, possui vida longa desde que devidamente tratado;
- d. Os custos com terraplenagem e fundação para o sistema são reduzidos em função da adaptabilidade dos contêineres a terrenos íngremes.

Já como principais desvantagens do sistema construtivo em Contêiner Marítimo, temos primeiramente o baixo pé direito da estrutura (cerca de 2,40 m), que dificulta a circulação do ar e o conforto térmico com ventilação natural, precisando de ventilação mecânica (ventiladores, ar condicionado, etc.). E também a necessidade de um terreno para a construção da edificação, capaz de atender as manobras dos guindastes no transporte e armazenamento dos contêineres.

Outra desvantagem é o fato da casa contêiner se tratar de um novo tipo de construção, que ainda requer uma legislação adequada, inviabilizando a liberação de linhas de financiamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os projetos dimensionados e devidamente quantificados no capítulo anterior, e a partir do levantamento de dados realizados, pode-se então comparar os dois métodos construtivos em estudo de forma direta. Dessa maneira, primeiramente será verificada a diferença percentual de custos das etapas mais relevantes para o Método *Steel Frame* e para o Método em Contêiner. Posteriormente, será feita a comparação do valor total da obra entre ambos os sistemas.

A comparação de custos entre as etapas análogas mais relevantes de cada sistema conforme apresentada na Tabela 6, foi realizada para fins de maior exatidão, consequente tornando os resultados do presente estudo mais precisos.

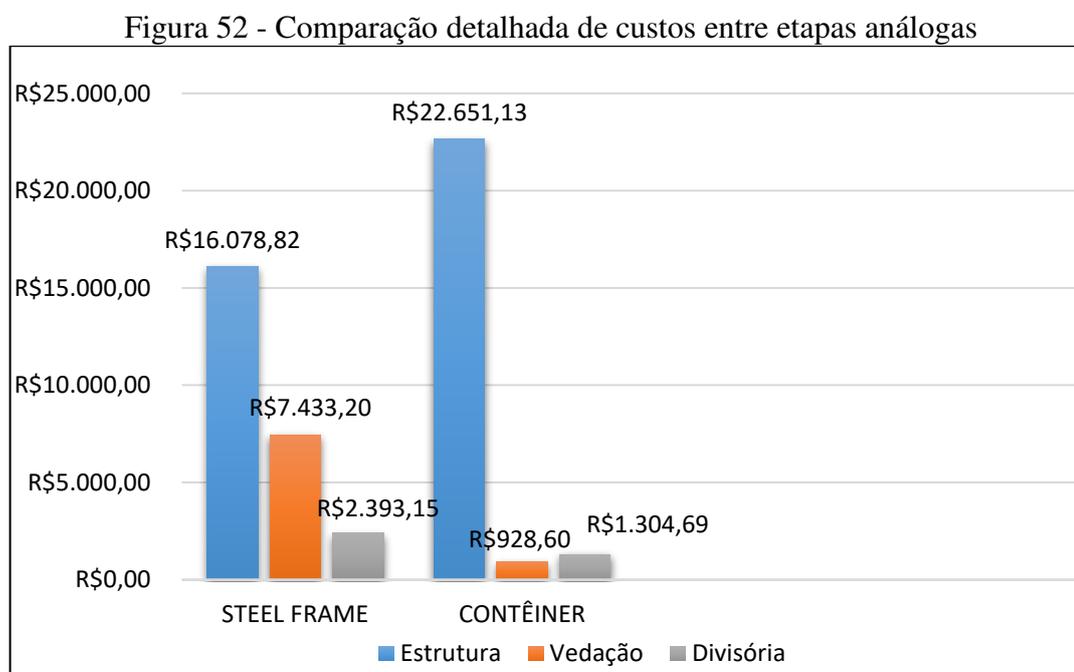
Tabela 6 - Comparação de custo entre etapas análogas

| Etapas | Custo Steel Frame (R\$) | Custo Contêiner (R\$) | Variação (%) |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|
| Estrutura + Vedação + Divisórias | 25.905,17 | 24.884,42 | +4,10 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

Conforme Tabela 6, o percentual de custo do método em *Steel Frame* sobre o sistema em Contêiner foi de 4,1%, ou seja, o método em contêiner se mostrou mais econômico.

Abaixo, o gráfico apresenta de maneira isolada o custo de cada uma das etapas análogas, ressaltando que para ambos os sistemas a estrutura é a etapa com maior custo, ao passo em que as etapas de vedação e divisória assumem percentuais desiguais para cada método conforme Figura 52.



Fonte: O AUTOR, 2018.

Embora no comparativo dos itens análogos entre as duas metodologias o método em contêiner se mostre mais econômico, é necessário antes analisar de forma global os dois sistemas. A tabela 7 mostra o valor e a variação de custo entre os dois métodos construtivos, com relação a sua totalidade.

Tabela 7 - Comparação entre os custos globais das duas metodologias

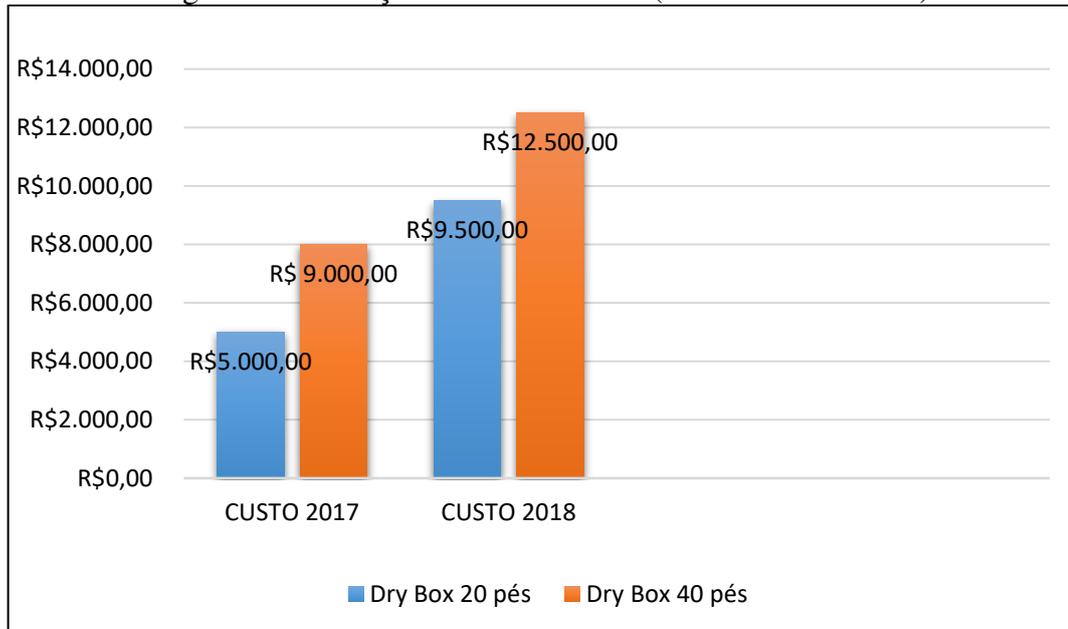
| Tipo | Custo Steel Frame (R\$) | Custo Contêiner (R\$) | Variação (%) |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|
| Global | 32.042,15 | 32.918,33 | -2,66 |
| R\$ / m ² | 770,24 | 791,31 | -2,66 |

Fonte: O AUTOR, 2018.

Analisando os resultados globais, pode-se perceber que existe uma economia na obra utilizando o Sistema *Steel Frame* em comparação a uma obra realizada utilizando a metodologia em Contêiner Marítimo.

O valor é reduzido em aproximadamente 2,66 %, sendo importante ressaltar que essa variação tende a ser maior a cada ano, em decorrência dos aumentos nos valores dos contêineres (Figura 53), devido a crescente procura por esse tipo de edificação na cidade de São Luís- Ma.

Figura 53 - Variação Anual de Custos (Contêiner Marítimo)



Fonte: 3R CONTAINER, 2018 (Adaptado pelo autor).

6 CONCLUSÃO

A crescente demanda habitacional aliada a falta de recursos naturais, gera a cada dia a necessidade da utilização de novos métodos construtivos. Estes por sua vez, mais econômicos, sustentáveis, práticos e de rápida execução. Dessa maneira, temos atualmente os sistemas em *Contêiner* e *Steel Frame* dentre os principais métodos construtivos que atendem essas necessidades no Brasil.

Entretanto, a inserção dos novos métodos em alguns estados do país ainda é reduzida, como por exemplo no estado do Maranhão, em que temos apenas a inserção da metodologia em contêiner marítimo na capital do estado, e que vem crescendo a cada dia por se tratar de uma área situada próximo a um dos principais terminais portuário do país, o Porto do Itaqui.

Mesmo ainda não sendo difundido como a metodologia em *Contêiner* na cidade de São Luís, e apresentando vantagens semelhantes, o sistema em *Steel Frame* torna-se mais vantajoso do que o sistema construtivo em *Contêiner*. Considerando o custo de ambos os métodos construtivos, o Sistema *Steel Frame* apresenta-se mais econômico, tanto a curto prazo no que diz respeito ao processo construtivo, quanto a longo prazo no tangente a manutenção. Uma vez que, o *Contêiner*, sendo uma estrutura reutilizada para habitação, precisa passar por manutenções em um intervalo de tempo menor do que a estrutura em *Steel Frame*.

Nesse contexto, o principal objetivo do trabalho foi verificar a viabilidade econômica para a utilização de um novo método construtivo na cidade de São Luís, que atendesse as necessidades atuais da Construção Civil, citadas no início desse capítulo e também se adequasse a região e ao mercado local.

E dentre os dois métodos construtivos em estudo, conclui-se que o método construtivo em *Steel Frame* seria a melhor opção para habitação na capital maranhense. Por se adequar a região, ser um método construtivo seguro, rápido, prático e economicamente mais viável em comparação ao método em *Contêiner*.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 6.355: 2012 – **Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 15253:2014 – **Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações – Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2014.

BELTRAME, E. **Passo-a-passo para construir a sua casa container**. 2016. Disponível em: < <https://www.eduardobeltrame.eng.br/single-post/2016/06/27/Passoapasso-para-construir-a-sua-casa-contain> >. Acesso em: 02 mar. 2018.

BONANZA. **Light Steel Frame**. Recife: 2017. Disponível em: < <http://www.bonanzasteelframe.com/site/index.php/obras#> >. Acesso em :18 abr. 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Programa Minha Casa Minha Vida: Entidades Recursos FDS**. Disponível em: < https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-minha-casa-minha-vida/MANUAL_MCMV_ENTIDADES.pdf >. Acesso em: 29 abr. 2018.

CAMPOS, P. F.; LARA, A.H. **Sistemas Construtivos Alternativos para Habitações Populares**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

CASTILHO, P.; IKEGAMI, T. F. **Como escolher um contêiner para sua casa**. 2015. Disponível em: < <https://minhacasacontainer.com/2015/04/30/como-escolher-um-container-para-sua-casa/> >. Acesso em: 02 mar. 2018.

CONSULSTEEL. **Construcción com acero leviano: Manual de Procedimento**. Buenos Aires: 2002. Disponível em: < <http://consulsteel.com/wp-content/uploads/Manual-de-Procedimiento-Consul-Steel.pdf> >. Acesso em: 18 abr .2018.

DOMINGOS, B. E. **Métodos para o conforto térmico e acústico em habitações de containeres**. 2014. 73 f. Dissertação (Especialização em Projeto Arquitetônico: Composição e Tecnologia do Espaço Construído) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ESSER, **Vantagens e desvantagens de residências em containers**, Esser Arquitetura e Engenharia Sustentável, Brasília, 2012. Disponível em: <http://esserengenharia.blogspot.com.br/2012/09/nobrasilaproveitarcontainerespara_21.html>. Acesso em: 15 mar. 2018.

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: **Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço**. 2006. Disponível em: <http://ig-engenharia.com/wp-content/uploads/2012/11/manuais_arquitetura.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2018.

FOSSOUX, E.; CHEVRIOT, S. **Construir sua casa container**. 2. ed. Paris: Eyrolles, 2013.

GADAROWSKI, J. A. **Cost- Effective Durable Emergency Shelter Alternative Intermodal Steel Building Units**. São Bernardino: Brain Feed, 2014.

GIANESI, L. R.; KIELING, A. C. **Um estudo sobre a viabilidade da reutilização de contêineres marítimos para fabricação de casas populares.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 4., 2014. **Anais...** Ponta Grossa, 2014.

IDHEA. Disponível em: < MATTAR, H. **A escolha nossa de cada dia. Planeta Sustentável, São Paulo, jun. 2007.** Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/sustentabilidade/conteudo_235908.shtml>. Acesso em: 15 de mar. 2018.

IPEA, **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**, 2010. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/_livro07_sustentabilidadeambienta.pdf>. Acesso: 15 mar. 2018.

JARDIM, G T da C.; CAMPOS, A. **Light steel framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil.** In: FARIA C. P. (Org.). **Inovação em construção civil: monografias.** São Paulo: instituto UNIEMP, 2005.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de edificações sustentáveis.** Porto Alegre: Bookman. 2010.

KOTNIK, J. **New Container Architecture.** 2013. Disponível em: <http://www.exhibitionsinternational.org/extra/9788415492054_01.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

LOURENÇO, **Débora Teixeira. Análise da constituição e do comportamento elástico de um contentor comercial marítimo.** 138 p. Tese apresentada para a obtenção do grau de (Mestre de Engenharia Civil) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.

MANUAL DE CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Steel Framing: Engenharia**, Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2016. Disponível em: < <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-manuais.php> >. Acesso em: 14 abr. 2018.

MATTAR, H. **A escolha nossa de cada dia. Planeta Sustentável, São Paulo, jun. 2007.** Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/sustentabilidade/conteudo_235908.shtml>. Acesso em: 15 mar. 2018.

MILANEZE, G. S. et al. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/SC.** In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 1., 2012, Criciúma. **Anais...** Florianópolis: IFSC, 2012.

MIRANDA CONTAINER. **A história completa dos containers, mar. 2016.** Disponível em: < <http://mirandacontainer.com.br/historia-completa-containers/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

PORTAL METÁLICA. **Casas Industrializadas – Casa Fácil Gerdau.** Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/Casa Industrializadas – casa – fácil –Gerdau>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

PORTAL METALICA. **Container City: um novo conceito em arquitetura sustentável.** Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/container-cityum-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

RIBEIRO, Egberto Fioravanti. **Logística de container e procedimentos em importação e exportação**. Curitiba: Edição do autor, 2011.

SANTIAGO, Alexandre K. **Manual de Construção em Aço: Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel Framing: Arquitetura. 2. ed.** Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. 25 p. 29cm. (Manual de Construção em Aço).

SANTOS, J. C. **O transporte marítimo internacional**. São Paulo: Gedimex, 1980.

SILVA, Rui Davide Fernandes. **Construção em contentores remodelados**. 187 p. Dissertação para obtenção do grau de (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.

SINAPI (**Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**) – Relatório de Insumos Maio /2018 – Caixa Econômica Federal -2018. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx> >. Acesso em: 20 maio 2018.

SOBRAL, Laura. **Projetada por Marcio Kogan, loja da Decameron, em São Paulo, incorpora contêineres sobrepostos**. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/205/aconchego-industrial-213254-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

XAVIER, M. M. **Como construir uma casa container I, II e III**. 2015. Disponível em: <<https://minhacasacontainer.com/category/inicio/com-container/page/11/>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Planilha Orçamentária (Sistema *Steel Frame*)

| SISTEMA STEEL FRAME | | | | | | |
|---------------------|--|----------------|--------|----------------|----------------------|--|
| ITEM | DESCRIÇÃO | UNID. | QUANT. | CUSTO UNITÁRIO | CUSTO TOTAL | |
| 1.0 | SUPERESTRUTURA | | | | R\$ 18.541,58 | |
| 1.1 | Estrutura em Light Steel Frame | m ² | 107,83 | R\$ 102,20 | R\$ 11.020,23 | |
| 1.2 | Vedação em Placas Cimentícias parte externa | m ² | 61,60 | R\$ 41,63 | R\$ 2.564,41 | |
| 1.3 | Vedação em Placas de Gesso acartonado parte | m ² | 119,1 | R\$ 41,62 | R\$ 4.956,94 | |
| 2.0 | FORROS | | | | R\$ 1.949,76 | |
| 1.1 | Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas | m ² | 41,60 | R\$ 23,69 | R\$ 1.949,76 | |
| 3.0 | COBERTURA | | | | R\$ 7.363,59 | |
| 3.1 | Cobertura com telha de fibrocimento, espessura 6 | UN. | 20,00 | R\$ 115,25 | R\$ 2.305,00 | |
| 3.2 | CUMEEIRA UNIVERSAL PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, E = 6 MM, ABA 210 MM, UN 31,70 | UN. | 6,0 | R\$ 31,70 | R\$ 190,20 | |
| 3.3 | Estrutura em Light Steel Frame da cobertura | m ² | 58,36 | R\$ 83,42 | R\$ 4.868,39 | |
| 4.0 | REVESTIMENTOS EXTERNOS | | | | R\$ 939,70 | |
| 4.1 | Membrana Hidrófuga proteção da estrutura LSF | m ² | 119,10 | R\$ 7,89 | R\$ 939,70 | |
| 5.0 | REVESTIMENTOS INTERNOS | | | | R\$ 938,17 | |
| 5.1 | Lã de pet ISOSOFT IE50 isolamento térmico e | m ² | 61,60 | R\$ 15,23 | R\$ 938,17 | |
| 6.0 | Pintura | | | | R\$ 2.309,35 | |
| 6.1 | Pintura latex acrílica em duas demãos | m ² | 61,60 | R\$ 11,33 | R\$ 697,93 | |
| 6.2 | Pintura latex PVA, duas demãos | m ² | 119,10 | R\$ 13,53 | R\$ 1.611,42 | |
| | | | | TOTAL | R\$ 32.042,15 | |

APÊNDICE B – Planilha Orçamentária (Sistema Casa Contêiner)

| SISTEMA EM CONTÊINER MARÍTIMO | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------|--------|--------------|---------------|----------------------|
| ITEM | DESCRIÇÃO | UNID. | QUANT. | SERVIÇOS | MATERIAL | CUSTO TOTAL |
| 1.0 | CONTÊINER | | | | | R\$ 22.000,00 |
| 1.1 | Contêiner Dry Box 20 pés | um | 1,00 | | R\$ 9.500,00 | R\$ 9.500,00 |
| 1.2 | Contêiner Dry Box 40 pés | um | 1,00 | | R\$ 12.500,00 | R\$ 12.500,00 |
| 2.0 | SERVIÇOS INICIAIS | | | | | R\$ 651,13 |
| 1.1 | Guindaste | h | 5,00 | | R\$ 23,69 | R\$ 118,45 |
| 1.2 | Aberturas e Recortes | m ² | 20,88 | R\$ 4,29 | | R\$ 89,58 |
| 1.3 | Pintura de Fundo Interna e Externa | m ² | 154,93 | R\$ 2,86 | | R\$ 443,10 |
| 3.0 | DRY WALL | | | | | R\$ 5.322,77 |
| 3.1 | Parede de Dry Wall 1 Face | m ² | 20,00 | R\$ 21,43 | R\$ 25,00 | R\$ 928,60 |
| 3.2 | Parede de Dry Wall 2 Faces | m ² | 19,64 | R\$ 25,00 | R\$ 41,43 | R\$ 1.304,69 |
| 3.3 | Isolamento Termoacústico | m ² | 120,12 | R\$ 12,86 | R\$ 12,86 | R\$ 3.089,49 |
| 4.0 | FORRO | | | | | R\$ 1.931,49 |
| 4.1 | Gesso Acartonado | m ² | 41,60 | R\$ 21,43 | R\$ 25,00 | R\$ 1.931,49 |
| 5.0 | Pintura | | | | | R\$ 3.012,94 |
| 5.1 | Pintura PU Automotiva Externa | m ² | 132,95 | R\$ 4,29 | R\$ 7,86 | R\$ 1.615,34 |
| 5.2 | Pintura látex PVA, duas demãos | m ² | 139,76 | R\$ 2,14 | R\$ 2,86 | R\$ 698,80 |
| 5.3 | Massa Corrida PVA | m ² | 139,76 | R\$ 2,14 | R\$ 2,86 | R\$ 698,80 |
| | | | | TOTAL | | R\$ 32.918,33 |

APÊNDICE C – Projeto 3D da Residência em *Steel Frame*



APÊNDICE D – Projeto 3D da Residência em Contêiner Marítimo