

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Daniel Malta Monte

**ANÁLISE DE CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS PARA HABITAÇÃO
DE MÉDIO PADRÃO**

PORTO ALEGRE

2021

DANIEL MALTA MONTE

**ANÁLISE DE CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS PARA HABITAÇÃO
DE MÉDIO PADRÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Daniela Dietz Viana

PORTO ALEGRE

2021

DANIEL MALTA MONTE

**ANÁLISE DE CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS PARA HABITAÇÃO
DE MÉDIO PADRÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Daniela Dietz Viana (UFRGS)

Dra. pela UFRGS

Orientadora

**Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
(UFRGS)**

Dra. pela UFRGS

Prof. Daniel Tregnago Pagnussat (UFRGS)

Dr. Pela UFRGS

PORTO ALEGRE

2021

AGRADECIMENTOS

Neste espaço, gostaria de agradecer a todas as pessoas que conheci durante a minha trajetória pela universidade, todos que de forma direta ou indireta participaram do meu crescimento profissional e pessoal.

Agradeço primeiramente a minha família, sem ela eu não teria atingido esse objetivo, principalmente a minha mãe e irmã que sempre me apoiaram e me encorajaram para enfrentar todos os obstáculos que estiveram presentes durante esses anos, minha namorada que esteve diariamente me dando força e carinho, é difícil conseguir expressar com palavras toda a gratidão que sinto por tê-los em minha vida, amo muito vocês. Agradeço ao meu padrasto, minhas tias, tios, primos e primas que mesmo de longe fizeram parte disso tudo também, amo vocês.

Sou muito grato também a todas as pessoas que conheci nas experiências extracurriculares, no CECIV, Bateria Minotrago e também a AAEE. Em todos esses lugares fiz ótimos amigos, aprendi com muitos erros e acertos, vivenciei tudo sempre tentando dar o meu melhor e tive momentos que certamente levarei para toda a vida.

Gostaria de agradecer também a todos os professores que me guiaram por toda essa trajetória, desde o ensino fundamental até a graduação. Especialmente para minha orientadora, Daniela, que sempre esteve disponível para me auxiliar e doou seu tempo na orientação e correção deste trabalho. Um agradecimento muito especial também para a Julia Menegon que me ajudou de forma inexplicável na realização deste trabalho, desde as dúvidas mais simples que surgiam, até reuniões para explicações de estruturação, para dar todas as dicas importantes que utilizei neste trabalho e também por sempre me dar força e acreditar na minha capacidade.

Por fim, grato a todos meus amigos e a todos que não foram citados diretamente aqui, mas contribuíram para minha formação acadêmica.

RESUMO

A reutilização do *container* para construção de habitações vem crescendo, remodelando assim o setor da construção civil que busca atender a grande demanda que se tem atualmente. Este trabalho procura analisar a utilização do container como uma solução viável, destacando suas principais características, vantagens e desvantagens quando comparado ao método de construção com alvenaria tradicional, visando abranger e difundir esse método no Brasil. O seu uso está diretamente ligado a uma maior preocupação com a sustentabilidade, visto que a indústria da construção civil consome uma enorme quantidade de matérias primas e é um dos principais poluidores do planeta. Os principais fatores para a utilização de containers na construção de habitações são a sua modularidade, tendo medidas padronizadas, o que facilita o seu manuseio, transporte, tempo de construção e os custos menores quando comparados ao método construtivo de alvenaria tradicional, além da redução no consumo de materiais não renováveis que o seu uso proporciona. Todas as especificidades da execução das obras de habitação que utilizam container são melhor compreendidas através da pesquisa bibliográfica, visitas técnicas e entrevistas realizadas nas empresas especializadas na entrega de casas-container. Com os resultados desta pesquisa, foi possível mostrar que esse método tem inúmeras vantagens quando comparado aos métodos tradicionais, porém poderiam ser maiores ainda se as empresas atuantes fossem mais preparadas e esse método fosse mais difundido.

Palavras chave: Container. Sustentabilidade. Método construtivo. Industrialização

ABSTRACT

Container reuse for housing construction has been growing, remodeling the construction sector that seeks to meet the current great demand. This work aims to analyze the use of the container as a viable solution, highlighting its main characteristics, advantages and disadvantages when compared to the traditional masonry construction method, aiming to cover and spread this method in Brazil. Its use is directly linked to a greater concern with sustainability, as the construction industry consumes a huge amount of raw materials and is one of the main polluters on the planet. The main factors for the use of containers in housing construction are their modularity, having standardized measures, which facilitates their handling and transport, their construction time and lower costs when compared to the traditional masonry construction method, in addition to the reduction in the consumption of non-renewable materials that their use provides. All the specifics of the execution of housing works that use containers are better understood through literature review, technical visits and interviews carried out in the companies that deliver container houses. With the results of this research, it was possible to show that this method has advantages when compared to traditional methods, but they could be even greater if the operating companies were more prepared and this method was more widespread.

Keywords: Container. Sustainability. Constructive method. Industrialization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Transportadores usados pelo exército dos EUA	20
Figura 2: <i>Container</i> criado por McLean.....	21
Figura 3: <i>Container Reefer</i>	22
Figura 4: <i>Container Dry Standard</i>	23
Figura 5: Componentes de um <i>container</i>	24
Figura 6: <i>Future Shack</i>	27
Figura 7: <i>Mobile Dwelling Unit</i>	28
Figura 8: <i>Container City 1</i>	28
Figura 9: Primeira casa <i>container</i> do Brasil	29
Figura 10: Restaurante Madero	30
Figura 11: <i>Housing</i>	30
Figura 12: Tché Suítes.....	31
Figura 13: Tipos de fundações.....	32
Figura 14: Planta do projeto	39
Figura 15: Lixamento do <i>container</i>	40
Figura 16: Soldas em furos.....	41
Figura 17: Pintura	42
Figura 18: Abertura com máquina de corte plasma.....	43
Figura 19: Revestimento externo.....	44
Figura 20: Piso original	44
Figura 21: a) Estrutura de divisórias, instalações elétricas e hidrossanitárias, b) Instalações das camadas de isolamento térmico e acústico	45
Figura 22: Fachada da Casa Container do Showroom da Empresa A.....	46
Figura 23: Sala com cozinha integrada.....	47
Figura 24: Banheiro	47
Figura 25: Quarto	48
Figura 26: Comparação de orçamentos	49
Figura 27: Caminhão tipo <i>Munck</i>	52
Figura 28: <i>Container</i> apoiado em pilaretes	54
Figura 29: Comparação de custo por metro quadrado com frete	56
Figura 30: Comparação de custo por metro quadrado sem frete.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Vantagens e desvantagens do sistema de pré-fabricados	18
Tabela 2: Orçamento Empresa C - <i>Container Dry</i>	50
Tabela 3: Orçamento Empresa C - <i>Container Reefer</i>	51
Tabela 4: a) Tabela de custo e b) Tabela de composição	53
Tabela 5: Tabela de preço com BDI.....	53
Tabela 6: Tabela de comparação de preço.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Problema	11
1.2	Objetivo Geral	12
1.3	Objetivos Específicos	12
1.4	Delimitação da pesquisa	12
1.5	Estrutura da Monografia	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Industrialização na Construção Civil	14
2.2	Containers	19
2.2.1	História	19
2.2.2	Definição e Características	21
2.2.3	Normas de utilização no Brasil	24
2.2.4	Uso na Construção Civil	25
3	METODOLOGIA	37
3.1	Materiais e Métodos	37
3.2	Empresas Estudadas	38
3.3	Habitação de alvenaria tradicional	38
3.4	Projeto Padrão da Habitação	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	Sequência Executiva do Container	40
4.2	Orçamentos da Habitação com Container	49
4.3	Transporte e Instalação	52
4.4	Resultados para construção em alvenaria tradicional	53
4.5	Discussões e comparações	54
5	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problema

Com o consumo desenfreado de recursos naturais e a grande quantidade de resíduos gerados pela indústria da construção civil, se fez necessário repensarmos os métodos construtivos de forma a minimizar os seus impactos ambientais. De acordo com Brasileiro e Matos (2015), o processo produtivo da construção civil consome de 20 a 50% dos recursos naturais do planeta.

Uma das soluções que se tem para esse problema é a utilização de métodos de produção mais refinados e de materiais reciclados, visando uma maior eficiência e sustentabilidade. Desta forma, o reuso de *containers* para a fabricação de espaços habitáveis pode ser uma dessas possibilidades. Conforme citado por Calory (2015), a reutilização desse material pode vir a minimizar o problema gerado pela grande quantidade de *containers* que estão abandonados nos portos brasileiros, causando problemas de logística, já que ocupam locais importantes para um bom funcionamento dos terminais.

De acordo com Abad (2018), esse tipo de sistema construtivo em relação ao de alvenaria tradicional tem uma grande diminuição nas perdas, gerando assim a economia de matéria prima, além de ter uma como característica a pouca utilização de água em seu método de construção, tornando assim o processo bastante sustentável. Outras características desse sistema são a sua rapidez na execução da obra, e os benefícios que ele pode trazer para a construção de habitações por serem pré-fabricados, modulares, podendo ser transportados para qualquer lugar, são facilmente empilhados e conectados entre si, trazendo assim uma grande flexibilidade para o projeto (CARBONARI; BARTH, 2015).

As casas em *containers* representam um exemplo da mudança de comportamento da sociedade, trazendo em evidência a praticidade gerada por eles na vida dos indivíduos por sua mobilidade, preço e também questões de sustentabilidade. Elas representam a flexibilidade das famílias na adaptação dentro de uma nova geração e sociedade, se transforma em uma das mais liberais, modernas e práticas opções do estilo de vida na sociedade moderna (BORGES, 2012).

Embora se tenha tantos benefícios, o uso de *container* para construção de habitações ainda não está muito difundido no Brasil, em partes pela falta de conhecimento acerca de custos e viabilidade. Dito isso, surge a seguinte questão de pesquisa: A utilização de *containers* como habitação é viável economicamente quando comparada ao sistema tradicional?

1.2 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade econômica do uso de *containers* para habitação de padrão médio em relação à construção tradicional.

1.3 Objetivos Específicos

Para chegar ao objetivo proposto para este trabalho, são definidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar as vantagens e as desvantagens do método proposto quando comparado ao sistema de construção com alvenaria tradicional;
- Analisar de maneira geral o uso de *containers* como habitação no Brasil.

1.4 Delimitação da pesquisa

Para este trabalho em específico serão estudados apenas *containers* reutilizados para construções de habitações de padrão médio e de apenas um pavimento, com sua instalação localizada na cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Outros modelos de construção podem ser apresentados apenas como forma de comparação ao método proposto, não sendo assim o foco do trabalho.

1.5 Estrutura da Monografia

Esta monografia será estruturada em seis capítulos, sendo eles apresentados da seguinte maneira:

O primeiro capítulo é destinado a introdução ao tema proposto, apresentando o problema a ser resolvido, os objetivos e também as delimitações desta pesquisa.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica, ao qual está dividida em subcapítulos, sendo o primeiro focado na industrialização da construção civil, mostrando um pouco da sua evolução até os dias atuais. O segundo subitem é focado nos *containers*, apresentando os aspectos históricos, suas características, as normas de utilização no Brasil e o seu uso na construção civil.

O terceiro capítulo é destinado a metodologia utilizada na pesquisa, com enfoque nos materiais e métodos usados, detalhando as atividades realizadas para o desenvolvimento deste trabalho e também as empresas estudadas.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos, mostrando o projeto utilizado, os orçamentos obtidos e toda a sequência executiva do método utilizado.

O quinto capítulo é destinado a análise dos resultados, sendo verificada assim a viabilidade da solução proposta neste trabalho.

O sexto capítulo, por fim, apresenta as conclusões da pesquisa, resumindo tudo que foi abordado durante este trabalho e também recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Industrialização na Construção Civil

A industrialização na construção civil pode ser definida como um processo evolutivo com o objetivo de melhorar a produtividade e o nível de produção, além de aprimorar o desempenho da atividade construtiva (FRANCO, 1992). De acordo com Acker (2002), apenas mudando alguns serviços do canteiro de obras para dentro de uma fábrica é que se consegue industrializar a construção civil, de forma a ter um controle de qualidade muito superior, uma linha de repetições de serviços, além de se tornar muito mais eficiente e racional.

Segundo Rodrigues et al. (2017), a construção industrializada está ligada ao sistema de pré-fabricados. Suas principais características juntam a velocidade de execução da obra com a sua qualidade final, em virtude de seus padrões de qualidade serem mais rígidos e contarem com uma mão de obra mais especializada.

Para Lunardelli (2021), a industrialização na construção civil se dá quando são utilizados conceitos industriais para se conduzir a construção, fazendo com que o canteiro se torne uma linha de montagem, não dependendo apenas de mão de obra interna, mas também utilizando materiais pré-montados, assim permitindo que alguns dos processos que costumam gerar gargalos, custos ou desperdícios, possam ser trocados por tecnologias pré-fabricadas, tendo assim uma maior agilidade na execução da obra.

De acordo com El Debs (2000, apud Sirtoli, 2015), quando comparada a outros ramos industriais, a construção civil é considerada atrasada, visto que, tem um grande desperdício de materiais, um baixo controle de qualidade e baixa produtividade. Uma das formas de se resolver esses problemas é com a utilização de novas técnicas, como elementos pré-fabricados de concreto. Os elementos pré-fabricados têm como grande vantagem a redução de custos se comparado com os métodos tradicionais (SIRTOLI, 2015).

Uma estrutura pré-fabricada é definida como um elemento pré-moldado executado industrialmente, sendo elas em instalações temporárias, como em canteiros de obras, ou em instalações permanentes, no caso de empresas que tenham o requisito mínimo de mão-de-obra qualificada. Todos os processos de fabricação dos elementos devem atender às normas técnicas pertinentes e ser catalogados e registrados para eventuais consultas. Os elementos são produzidos com equipamentos específicos de forma a racionalizar e qualificar todo o procedimento (PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2005).

O sistema de pré-fabricados tem uma ligação direta com a industrialização, que por sua vez, tem relação direta com o período histórico da mecanização, quando se teve uma grande

evolução das máquinas para produção de bens e também de ferramentas. Assim, o trabalho que era feito por pessoas com o auxílio de máquinas foi sendo trocado por aparelhos mecânicos, eletrônicos entre outros (SIRTOLI, 2015).

Outro conceito que está diretamente ligado com a pré-fabricação é a padronização, que de acordo com Gibb (2001), é o uso de forma extensiva de materiais, métodos ou processos que tenham regularidade, repetição e um histórico de execuções de forma a ser bem sucedidas e previsíveis. Segundo Acker (2002), normalmente a padronização se limita a detalhes, dimensões e geometria das seções transversais, onde alguns produtos tipicamente padronizados são os pilares, vigas e lajes de pisos. Todo o contexto de padronização envolve uma impactante alteração na economia da utilização do sistema de pré-fabricação, visto que se alcança uma alta produtividade e uma grande experiência em execução.

Conforme Gibb (2001), podemos observar quatro níveis distintos de pré-fabricação na indústria da construção civil, sendo eles:

- Fabricação de componentes e submontagem – Inclui todos os produtos de pequena escala que nunca seriam considerados para montagem *in loco* em qualquer país desenvolvido, como por exemplo, esquadrias e blocos cerâmicos.
- Pré-montagem não volumétrica – Inclui os itens que são montados em uma fábrica antes de serem colocados em sua posição final, além de constituírem uma parte significativa do edifício ou estrutura. Dentre os exemplos estão painéis de parede, seções estruturais e montagens de tubulação.
- Pré-montagem volumétrica – Também são montados em uma fábrica, o que difere da não volumétrica é o fato de serem espaços utilizáveis e serem instalados no local dentro de uma estrutura independente, como por exemplo, banheiros pré-fabricados e poços de elevador modular.
- Construção modular – São semelhantes às unidades volumétricas, porém, nesse caso, as próprias unidades formam o edifício e também o espaço utilizável envolvente, como por exemplo as unidades modulares de concreto de vários andares usados para blocos residenciais na Coreia e também o McDonald's Drive-Thru.

De acordo com Sirtoli (2015), o surgimento da pré-fabricação se deu no período pós-guerra, com uma grande escassez de mão de obra qualificada e a necessidade de construção em larga escala nos países da Europa. Desta forma, optaram por transferir grande parte do trabalho feito no canteiro de obras para dentro das indústrias, conseguindo assim, uma grande

diminuição de tempo e custos, racionalização de materiais e também mão de obra. Segundo Vasconcelos (2002), não se pode afirmar uma data específica em que se deu início a pré-fabricação, o que se pode dizer é que ela teve origem juntamente com a invenção do concreto armado, já que o próprio nascimento dele se deu com a pré-moldagem de elementos fora do seu local de uso.

Segundo Acker (2002), pelo uso fortemente potencializado e otimizado dos materiais, a pré-fabricação tem um maior desempenho estrutural, potencial econômico e durabilidade que as estruturas moldadas *in loco*. Isso se deve ao uso de equipamentos mais modernos e processos de fabricação bem elaborados com um maior controle de qualidade.

De acordo com Salas (1988), a utilização dos pré-fabricados de concreto foram divididas em três etapas:

- 1950 até 1970 – período em que ficou marcada a falta de edificações devido às devastações em decorrência da guerra, tendo assim uma grande necessidade de construção de habitações, hospitais, escolas e indústrias. Essas construções eram feitas de elementos pré-fabricados com componentes que vinham de um mesmo fornecedor, sendo então chamado de ciclo fechado de produção.
- 1970 até 1980 – Esse período ficou marcado pelo início do declínio dos sistemas de pré-fabricados de ciclo fechado de produção. Devido a diversos acidentes com construções que eram feitas com grandes painéis de pré-fabricados, se fez uma profunda revisão no conceito de utilização nos processos construtivos de grandes elementos pré-fabricados, além de se ter uma grande rejeição populacional a esse tipo de edifício.
- Após 1980 – Foi um período definido pela remoção de inúmeros conjuntos habitacionais, devido à grande rejeição sofrida pela população e também a degradação de seu funcionamento. Além disso, ficou marcado pelo fortalecimento da pré-fabricação de ciclo aberto, que tinha como característica o uso de materiais compatíveis entre si e com uma grande variedade de procedência.

Segundo Pigozzo et al. (2005), o sistema de ciclo aberto tem como objetivo a formulação de técnicas, tecnologias e procedimentos de pré-fabricação menos rígidos, com o intuito de obter uma produção de elementos padronizados que sejam capazes de se encaixar com outros elementos de fabricantes diferentes. De acordo com Ferreira (2003), esse sistema foi criado na Europa com a ideia de uma pré-fabricação com elementos padronizados, que poderiam ser

associados com os produtos de diferentes fabricantes, de forma que a modulação dá uma base para que se tenha uma compatibilidade entre esses elementos e subsistemas.

Ainda segundo Ferreira (2003), o sistema de ciclo aberto foi bastante utilizado na Inglaterra, onde para um melhor fechamento de uma construção industrializada eram utilizados painéis pré-moldados para fachadas, pois se adequam de forma melhor.

Após isso tudo, uma terceira geração de sistemas pré-fabricados surgiu, que de acordo com Elliot (2002, apud Sirtoli, 2015), é um sistema para edificações com alto grau de especificação, chamado de ciclos “flexibilizados”. Porém, para que essa nova realidade de tecnologia seja implementada, se terá a necessidade de mudar a forma tradicional de projeto e a ideia de sistemas de pré-moldados.

De acordo com Vasconcelos (2002), uma das primeiras grandes obras que foram realizadas no Brasil com a utilização de elementos pré-fabricados se deu na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1926, onde foi executado o Hipódromo da Gávea. A utilização de materiais com origem pré-fabricada na execução da obra se deu com a utilização de estacas nas fundações e também na criação de cercas ao redor das áreas reservadas do hipódromo.

Conforme apurado por Sirtoli (2015), no Brasil não se teve um grande impacto em função da Segunda Guerra Mundial, logo, não tivemos uma urgência por produção em larga escala, porém, no final da década de 1950 uma preocupação com a racionalização e a industrialização era discutida, de forma que o caso da construtora Mauá foi um importante indutor da industrialização, caso esse em que foram realizados inúmeros galpões pré-moldados dentro dos canteiros de obra. Um dos processos utilizados era a execução em massa de peças, com o objetivo de economizar tempo e espaço do canteiro de obras. Esse processo consistia no empilhamento de até 10 peças, umas sobre as outras em sequência vertical, separadas por papel parafinado, sendo assim possível executar as peças de uma camada superior sem ter que esperar a inferior endurecer completamente (SIRTOLI, 2015).

Existem inúmeras vantagens no sistema de pré-fabricação, porém há também algumas desvantagens, na Tabela 1, foi feito um resumo desses pontos de acordo com informações retiradas do trabalho de Sirtoli (2015).

Tabela 1: Vantagens e desvantagens do sistema de pré-fabricados

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Facilidade para realização do controle de qualidade	Problemas na resolução de juntas
Durabilidade do material é assegurada pela obediência rigorosa das Normas Técnicas Brasileiras	Mão de obra especializada
Rapidez na execução e montagem das estruturas	Devem ser respeitados gabaritos nos transportes
Baixo custo de mão de obra e manutenção	Necessidade de projeto modular
Redução significativa nas perdas de materiais	Cuidado na carga, descarga e movimentação dos elementos
Grande reutilização de formas na fabricação de elementos	Transporte dos produtos é mais caro
Melhor aproveitamento do espaço interno	Produz desemprego
Otimização do canteiro de obras (redução de empregados e do cronograma de obra)	Necessita de uma demanda de volume adequada

Fonte: Adaptado de Sirtoli (2015)

De acordo com Azuma (2008), os esforços para uma maior ampliação de processos industrializados no Brasil tiveram início na década de 1950, após a publicação da primeira norma brasileira de coordenação modular, a NB-25R. Após isso, nas décadas de 1970 e 1980, os estudos a respeito dessa pauta se intensificaram com a ajuda principalmente do Banco Nacional de Habitação. Ainda conforme com Azuma (2008), a ideia de coordenação modular estabelecida pela norma se baseia em um sistema de referência tridimensional, ao qual deve ser atendido as exigências de um módulo básico de dez centímetros, assim como os devidos ajustes e tolerâncias que são requisitos para um projeto modular, e também tem o intuito de referenciar o desenvolvimento do projeto de edificações e de componentes construtivos.

Conforme Romcy (2012), é possível notar que tanto na coordenação modular quanto com a utilização de *softwares* BIM, a atuação é feita através da otimização e sistematização da informação em diferentes níveis de uma cadeia produtiva, desta forma, permitindo uma maior ligação entre os agentes envolvidos do projeto a execução. Segundo Machado (2020) desta forma, o setor da construção civil vem evoluindo e utilizando novos conceitos que antes não tinham espaço, como no caso da utilização de módulos habitacionais.

De acordo com Rodrigues et al. (2017), o conceito de modularização e industrialização caminham juntos e vem ganhando destaque, além de estarem roubando espaço de construções convencionais. Com a utilização da modularização e construções industrializadas todo o

processo se torna mais organizado e a criação de produtos se torna mais dinâmica. Desde o início do projeto até a execução do mesmo as etapas são mais simplificadas, pois as partes maiores e mais complexas são divididas em subsistemas, também chamados de módulos.

Segundo Pelegrini (2005), o emprego de módulo como uma unidade básica de construção já é conhecido pelas indústrias de manufatura há bastante tempo, no período atual o conceito se difundiu muito e também se agregou ao de modularização, além da parte de customização em massa.

Diversos autores apresentam definições diferentes para o conceito atual de módulo, no caso de Huang (2000, apud Pelegrini, 2005), define como sendo os componentes ou conjunto deles, os quais apresentam especificações de interface e iterações que seguem uma padronização já pré-definida.

Considerando a classificação de Gibb (2001), é enfatizada a diferença entre os sistemas construtivos modulares por Rodrigues et al. (2017) como:

- **Edificação modular fechado** – São módulos que lembram a estrutura de um container, onde sua estrutura interna já é produzida anteriormente e suas funções primordiais não são passíveis de modificações, porém é garantido um alto grau de padronização e pré-fabricação. É elaborado por meio de um projeto único que serve de base.
- **Edificação modular aberto** – São módulos de estruturas totalmente ou parcialmente aberta em suas quatro faces. Sua estrutura básica é composta por vigas que suportam pisos ou pilares de cantos. Podem ser ligados em várias direções, fazendo com que a criação de espaços maiores seja permitida.

Hoje, o uso de peças industrializadas tem sido melhor aceito e as construções no Brasil estão se modernizando cada vez mais, porém para um avanço mais rápido é necessário um maior investimento em tecnologias, para assim então podermos estar a nível dos grandes países.

2.2 Containers

2.2.1 História

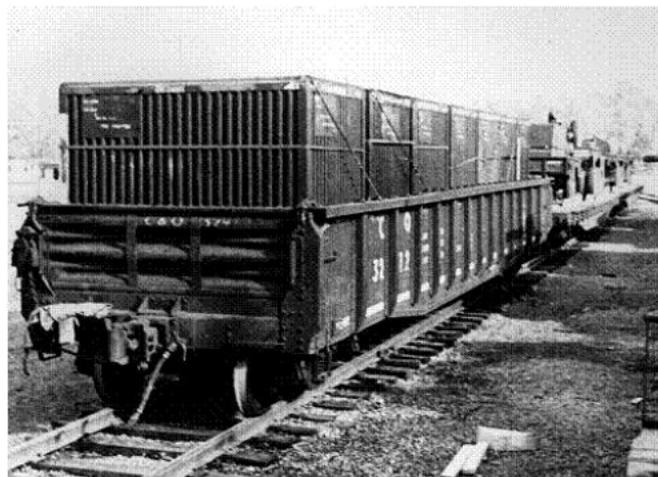
Segundo Santos (1982), a principal forma de armazenamento e transporte de produtos até meados do século XX era feita com tonéis de madeira, por serem resistentes e de fácil manuseio para a época. Ainda de acordo com Santos (1982), com a chegada da industrialização as mercadorias foram se tornando cada vez maiores e de inúmeras formas diferentes, o que dificultava a continuidade da utilização dos tonéis, revelando assim a necessidade de encontrar

outra forma de acondicionamento e da padronização a nível internacional de uma embalagem que fosse forte o suficiente para resistir a utilização constante.

O modelo atual de *container* que conhecemos hoje em dia foi idealizado por Malcom McLean, um caminhoneiro da Carolina do Norte, em 1937, quando constatou que para ter uma operação mais eficiente os recipientes que continham produtos teriam que ser embarcados em navios cargueiros. Assim, ele projetou *containers* em aço resistente à corrosão e com as dimensões do espaço de carga de um caminhão (SLAWIK et al. 2010, apud CARBONARI; BARTH, 2015).

Segundo Calory (2015), perto do final da 2ª Guerra Mundial o exército dos EUA usou caixas padronizadas que eram chamadas de “transportadores”, onde levavam os bens de consumo dos oficiais em campos, conforme Figura 1. O transportador era um recipiente reutilizável, feito de aço rígido e com uma capacidade de carga de até 9 toneladas, tinha dimensões de 2,6 metros de comprimento, 1,91 metro de largura e 2,08 metros de altura. Em 1952, os recipientes começaram a ser chamados de CONEX (*Container Express*), e foram utilizados para transporte de peças de engenharia.

Figura 1: Transportadores usados pelo exército dos EUA



Fonte: Calory (2015)

Em 1955, Malcom McLean, em parceria com o engenheiro Keith Tantlinger, projetou então o primeiro *container* intermodal que seria carregado e realizaria com segurança longas viagens marítimas. O conceito era conectar os trailers de seus caminhões e içá-los direto para o navio. Desta forma, foi projetado então os recipientes com 2,4 metros de altura, 2,4 metros de largura e 3 metros de comprimento, feitos com um aço ondulado de 2,5 milímetros de espessura,

além de possuir um fecho giratório em cada um dos quatro cantos superiores, por onde eram facilmente erguidos por guias para seu transporte, conforme Figura 2 (CALORY, 2015).

Figura 2: *Container* criado por McLean



Fonte: Calory (2015)

As normas ISSO (*International Organization for Standardization*) para *containers* foram, então, publicadas pela Organização Marítima Internacional (I.M.O) entre os anos de 1968 e 1970, assim permitindo que o transporte de mercadorias fosse mais consistente nos portos de todo o mundo (ABAD, 2018).

No Brasil o sistema de *containers* para o transporte foi adotado apenas após já estabelecidas as medidas adotadas pela ISO. Até então, o transporte de cargas não tinha padronização no seu sistema operacional. Em 1971 os termos das normas ISO foram ratificados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pelo Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Técnica (INMETRO), desta forma, foram feitas as primeiras normas brasileiras relativas à *containers*, tendo em seu conteúdo classificação, dimensões, terminologia, discriminações técnicas e etc (SANTOS, 1982).

2.2.2 Definição e Características

O *container* é denominado como uma caixa metálica pré-fabricada, onde sua estrutura é feita com chapas e perfis de aço, normalmente pintado com uma tinta de poliuretano, de forma a ter uma resistência grande à corrosão e intempéries. Foram criados com o intuito de

acondicionar e transportar em longas distâncias as mercadorias, além de proporcionar grande segurança e facilidade no seu manuseio (CARBONARI; BARTH, 2015).

Existem diversos tipos de *containers*, porém os mais utilizados na construção são os modelos *Dry Standard* e o *High Cube* (GOI, 2017). Outro modelo também muito utilizado é o *Reefer*, tendo este um isolamento térmico, conforme Figura 3. Utilizado para o transporte de cargas congeladas e alimentos que necessitam de refrigeração, tem um custo maior com relação aos outros (VIEIRA, 2019).

Figura 3: *Container Reefer*



Fonte: Miranda Container (2018)

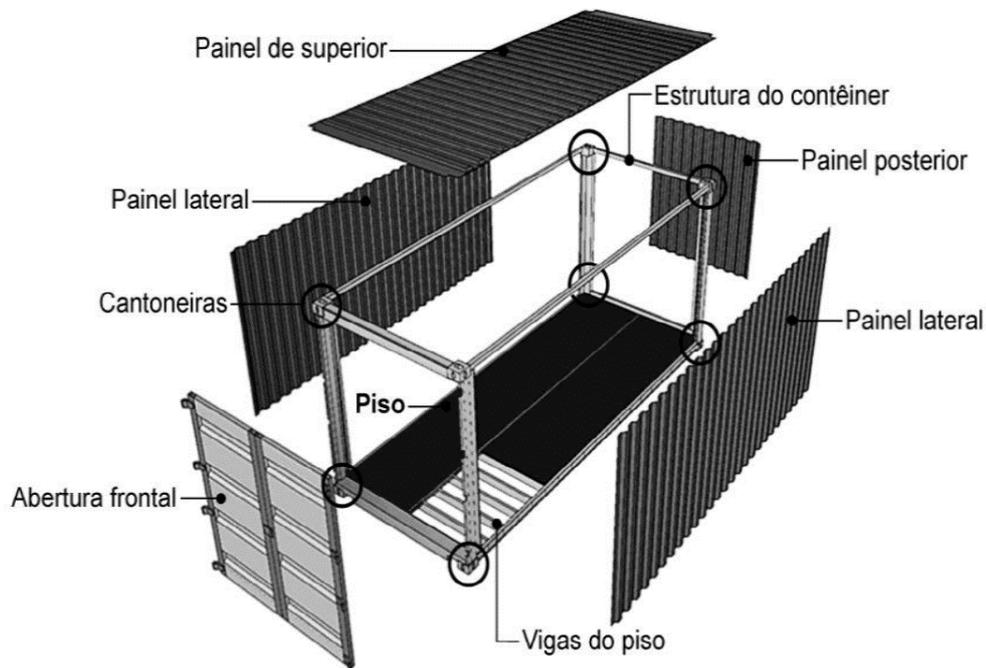
Segundo Goi (2017), o modelo *Dry Standard* é fechado de todos os lados e apresenta uma porta em um dos lados menores, conforme Figura 4. Sendo ele comumente utilizado para transporte de cargas secas como alimentos, roupas, móveis ou carros. O modelo de *container* com 20 pés possui as dimensões externas de 6,06 m de comprimento, 2,44 m de largura e 2,59 m de altura. Já o modelo de 40 pés possui 12,03 m de comprimento, 2,44 m de largura e 2,59 m de altura.

Figura 4: *Container Dry Standard*

Fonte: Miranda Container (2018)

O *High Cube* é bem similar ao *Dry Standard*, o que os difere é a altura, sendo a do *High Cube* uma altura de 2,89 m. Além disso, ele possui também os modelos de 45 e 53 pés com comprimentos de 13,71 m e 16,15 m respectivamente, larguras de 2,44 m e altura de 2,89 m (GOI, 2017).

De acordo com Slawik et al. (2010, apud Carbonari e Barth, 2015) a estrutura de um *container* é formada por quatro pilares posicionados um em cada canto que se conectam com quatro vigas inferiores e quatro vigas superiores, com cantoneiras nos cantos para auxiliar no apoio, formando um conjunto intertravado e rígido. Os seus elementos de fechamento são apresentados da seguinte maneira: o piso, que possui um trilho soldado nas vigas inferiores e que serve de sustentação para as placas de compensado que ficam em toda estrutura do chão; o painel frontal, composto pela porta que fica soldada nos pilares de sustentação; os painéis laterais, posterior e superior que são soldados nas vigas de seu perímetro, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5: Componentes de um *container*

Fonte: Carbonari e Barth (2015)

A estrutura de um *container* foi projetada para obter uma capacidade de suportar até dez vezes o próprio peso, tendo também a possibilidade de se agrupar cerca de até oito unidades uma em cima da outra no sentido transversal e três unidades empilhadas no sentido longitudinal, sem ter sua estrutura comprometida. Suas cargas horizontais são seguradas pelas vigas, transmitidas para os pilares e direcionadas para os pontos de apoio da estrutura. Os principais pontos de sustentação de um *container* são as cantoneiras, que ficam dispostas nos oito vértices desse elemento e são feitas para resistir aos esforços de manuseio dele. Além disso, existem diversos tipos de elementos que podem ser utilizados para o encaixe e servem de alça para movimentá-los, como correntes, cabos ou correias (SLAWIK et al. 2010, apud CARBONARI; BARTH, 2015).

2.2.3 Normas de utilização no Brasil

Para casos onde o *container* for utilizado de outras maneiras que não seja o transporte de cargas, por se tratar de uma construção estrangeira, ele terá que ser nacionalizado. A nacionalização pode ser feita pelo sistema “RADAR” (Receita Federal) por despachantes portuários munidos do documento de transporte chamado *Bill of Lading* que dará origem a

licença de importação (LI), desta forma o container estará apto a ser transportado e utilizado para fins diferentes dentro do território nacional (VIEIRA, 2019).

No Brasil, a única norma ainda vigente que regula a utilização de *containers* é a NBR ISO 6346 (2002): *Containers de carga – códigos, identificação e marcação* – Proporciona um sistema para identificação e apresentação de informações sobre os *containers* de carga. Esse sistema de identificação é previsto para aplicação geral, por exemplo, para documentação, controle e comunicações, assim como para inscrição dos mesmos.

Não existe nenhuma norma brasileira que se aplique diretamente para sua utilização na construção civil, então para que isso ocorra é necessário que se respeite a NR-18 que define sua utilização para áreas de vivência, conforme mostrado abaixo:

“18.4.1.3. Instalações móveis, inclusive contêineres, serão aceitas em áreas de vivência de canteiro de obras e frentes de trabalho, desde que, cada módulo:

- a) possua área de ventilação natural, efetiva, de no mínimo 15% (quinze por cento) da área do piso, composta por, no mínimo, duas aberturas adequadamente dispostas para permitir eficaz ventilação interna;
- b) garanta condições de conforto térmico;
- c) possua pé direito mínimo de 2,40m (dois metros e quarenta centímetros);
- d) garanta os demais requisitos mínimos de conforto e higiene estabelecidos nesta NR;
- e) possua proteção contra riscos de choque elétrico por contatos indiretos, além do aterramento elétrico.

18.4.1.3.1 Nas instalações móveis, inclusive contêineres, destinadas a alojamentos com camas duplas, tipo beliche, a altura livre entre uma cama e outra é, no mínimo, de 0,90m (noventa centímetros).

18.4.1.3.2 Tratando-se de adaptação de contêineres, originalmente utilizados no transporte ou acondicionamento de cargas, deverá ser mantido no canteiro de obras, à disposição da fiscalização do trabalho e do sindicato profissional, laudo técnico elaborado por profissional legalmente habilitado, relativo a ausência de riscos químicos, biológicos e físicos (especificamente para radiações) com a identificação da empresa responsável pela adaptação” (BRASIL, 2020).

2.2.4 Uso na Construção Civil

De acordo com Green Container International Aid (2012, apud Serraglio, 2019) em 2012 existiam cerca de 20 milhões de *containers* em circulação pelo mundo, sendo que 5% destes estavam abandonados nos portos, principalmente nos EUA, Europa e na China. No Brasil, segundo um levantamento do Centro Nacional de Navegações, os portos brasileiros acumulam cerca de 5 mil *containers*, com ou sem cargas, abandonados, devido à problemas com a Receita Federal e também de logística das empresas responsáveis, que ocasionam esse tipo de acúmulo nos terminais, que acaba com inúmeros *containers* sem utilidade e em ótimo estado para o reuso (NUNES; SOBRINHO, 2017).

Esses *containers* abandonados são grandes poluidores para o meio ambiente, da mesma forma que os materiais utilizados na construção civil também são, os quais dão origem a inúmeras caçambas de entulho durante sua fase de execução. Desta maneira a reutilização de *container* em substituição a materiais tradicionais para a construção representa um duplo benefício, o da reutilização dos mesmos, que estão sem uso, e o de eliminar uma boa parte do alto consumo de matéria-prima (SERRAGLIO, 2019).

De acordo com Perfeito (2017), a construção civil utiliza uma grande parte dos recursos naturais extraídos do nosso planeta, ou seja, é um dos grandes causadores dos impactos ambientais. O consumo de recursos na extração de materiais é apenas o início de um processo com diversas fontes de impacto, pois após sua extração elas são processadas industrialmente, o que requer energia e conseqüentemente gera emissões de gases de efeito estufa. Por isso, é adequado pensarmos em processos e materiais que minimizem todo esse impacto causado, desta forma a utilização de *containers* pode ser uma boa iniciativa.

A vida útil de um container gira em torno de 10 a 15 anos de acordo com a legislação internacional. Porém, sua estrutura tem grande durabilidade e resistência, podendo ser reutilizada em outras áreas. Se usado para moradia, por exemplo, seu tempo de vida pode ser prolongado por mais aproximadamente 100 anos, caso seja feita manutenção regularmente (MIRANDA CONTAINER, 2018).

Para Calory (2015), para a realização de construções modulares os *containers* são vistos com bons olhos, uma vez que sua forma retangular se encaixa perfeitamente com esse conceito. Além de poderem ser utilizados em edificações de um ou até vários módulos unidos. O seu uso permite que o tempo de construção seja reduzido até pela metade se comparado com as técnicas tradicionais. De acordo com Kotnik (2008), eles podem trazer benefícios para a fabricação de edifícios pois são pré-fabricados, modulares, robustos, compactos, resistentes, empilháveis, leves, podem ser transportados e instalados de modo temporário.

De acordo com Nunes e Sobrinho (2017), a partir da década de 60 começaram a surgir construções feitas com *container*, as quais eram utilizadas como abrigos temporários durante as guerras. Segundo Kotnik (2008), um dos primeiros projetos a surgir foi a obra denominada *Future Shack*, projetada pelo arquiteto Sean Goodsell na Austrália, no ano de 1985. O projeto era identificado como uma habitação emergencial móvel que podia se adaptar a terrenos irregulares e ser transportada para qualquer lugar no mundo. De acordo com Todeschini (2019), seria uma moradia usada em caso de desastres naturais, podendo ser fabricada em massa a partir de *containers* reciclados, contariam com um telhado retrátil que funcionaria como um guarda-

sol, teriam sapatas embutidas, permitindo um nivelamento em qualquer tipo de terreno, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6: *Future Shack*



Fonte: Seangodsell (2021)

Após isso, foi pensado em se ampliar o espaço interno anexando áreas extras por meio da expansão das laterais. A obra denominada *Mobile Dwelling Unit (MDU)* é um exemplo disso, projetada em 2003 pela empresa *Lot-ek*, onde suas paredes foram cortadas para gerar volumes extrudados, que podem ser deslocados, voltando à posição inicial do *container* quando for transportado. Quando em uso, os volumes podem ser empurrados para fora, podendo assim utilizar todo o espaço disponível, conforme mostra a Figura 7 (CARBONARI; BARTH, 2015). O MDU foi originalmente projetado para pessoas que estão em constante movimento ao redor do mundo, no entanto é facilmente configurado para residência permanente.

Figura 7: *Mobile Dwelling Unit*

Fonte: Lot-ek (2021)

Conforme Calory (2015), as edificações pioneiras a serem construídas com a utilização de container se deram a partir dos anos 2000, de forma a se aparentarem mais com a arquitetura tradicional e também levarem em consideração a sua estética e funcionalidade. Um dos primeiros grandes projetos a serem realizados foi o *Container City 1*, localizado em Londres com um total de 560 m², construído pela empresa *Urban Space Management*, conforme Figura 8.

Figura 8: *Container City 1*

Fonte: Livinspaces (2021)

O *Container City 1* teve sua construção iniciada no final dos anos 2000, levando 5 meses para a conclusão do seu projeto. Em sua origem, o edifício não passava de três andares, porém, com uma demanda muito grande foram adicionando novos andares. Com um total de vinte containers, sendo quinze para uso residencial, esse foi o primeiro complexo dos 14 que existem hoje na Inglaterra (CIVILIZAÇÃO ENGENHEIRA, 2013).

Em quase todo o mundo, os *containers* são vistos como uma unidade básica de acomodação militar. São usados pelo Departamento de Defesa dos EUA, Departamento de Defesa do Reino Unido e pelos militares dinamarqueses, suecos, finlandeses, do Reino Unido, República Tcheca e alemães. Eles o utilizam pela sua disponibilidade, baixo custo, tamanho padronizado e facilidade no transporte (SMITH, 2006).

A primeira casa construída com a utilização de *container* no Brasil foi em 2011, projetada pelo arquiteto Danilo Corbas. Localizada em São Paulo, foi projetada com quatro *containers* de 40 pés, modelo *High Cube*, com um total de 196 m² de área interna. Foi projetada com dois *containers* no primeiro andar, um em cada extremidade, formando um vão que foi fechado com paredes de vidro, os outros dois foram dispostos no segundo andar, conforme Figura 9 (MARADEI, 2017). De acordo com Vieira (2019), esse projeto foi feito com a utilização de diversas técnicas sustentáveis, sendo algumas delas a utilização de um telhado verde, o reaproveitamento de água da chuva, seu isolamento foi elaborado com a lã de PET reciclado, aquecimento solar, entre outros materiais de baixo impacto ambiental. Além disso, foi feito o uso de ventilação cruzada, a casa foi construída com a orientação adequada e aberturas que garantem a iluminação solar durante grande parte do dia, diminuindo assim o uso de energia elétrica.

Figura 9: Primeira casa *container* do Brasil



Fonte: Maradei (2017)

Nos dias de hoje, o *container* é utilizado para vários fins, tanto para residências, quanto para comércio, para uso em instalações provisórias ou permanentes. Alguns exemplos mais comuns para instalações provisórias são escritórios, banheiros e áreas de convivência em canteiros de obra. Já para permanentes, em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul temos inúmeros exemplos, conforme figuras abaixo.

Figura 10: Restaurante Madero



Fonte: Restaurante Madero (2021)

Figura 11: *Housing*



Fonte: *Housing* (2021)

Figura 12: Tchê Suítes



Fonte: Tchê Suites (2021)

Quando se trata do reuso de *containers*, se pode observar que ainda não há uma cultura muito forte no Brasil, mas conforme observou-se nos exemplos citados, a utilização de containers na construção civil tem um grande potencial, seja pela sustentabilidade, pelo custo, pelo tempo de execução e etc. O estudo realizado por Serraglio (2019), ao qual mostra o seu ponto de vista baseado em outras literaturas, apresenta as principais vantagens e desvantagens de sua utilização na construção de habitações abaixo.

Vantagens da construção em *container*:

- Modularidade – com suas dimensões padronizadas é possível se obter uma grande variedade de composições;
- Disponibilidade – pode ser comprado em qualquer parte do mundo;
- Resistência – possuem uma grande resistência a intempéries;
- Durabilidade – sua vida útil é muito longa quando feita manutenção regularmente;
- Redução de custos – quando comparada a construção tradicional pode ter um custo final de obra muito menor;
- Agilidade da construção – por ser uma material pré-fabricado aumenta consideravelmente a velocidade da execução da obra;
- Sustentável – gera uma grande economia na utilização de recursos naturais, além de serem recicláveis e reutilizáveis;
- Fundação – por serem leves, diminuem cargas permanentes nas fundações, exigindo uma menor mão de obra com a execução dela;
- Flexibilidade – pode ser desmontado e montado em outro terreno.

Desvantagens da construção em *container*:

- Transporte – o custo com o transporte é elevado e irá variar com a distância entre a fábrica e a instalação;
- Mão de obra especializada – para suas principais etapas de execução requer equipamentos específicos e uma mão de obra especializada;
- Isolamento – por ter uma alta condutibilidade térmica requer grande atenção para o isolamento térmico;
- Laudo de vistoria – por ser um material que transportava variados tipos de cargas, pode ser necessário um laudo de que o material está livre de contaminações.

2.2.4.1 Fundações

De acordo com Slawik et al. (2010, apud Carbonari e Barth, 2015), as estruturas feitas com *container* normalmente requerem algum tipo de fundação, a qual depende de alguns fatores, como as propriedades geofísicas do terreno (declividade, drenagem e instabilidade do solo), da geometria do projeto e se a obra será de caráter permanente ou temporário. Conforme afirmam Carbonari e Barth (2015), existem cerca de três tipos básicos de fundações para *containers*, o primeiro é quando se constrói pensando em uma área de porão na parte inferior da edificação, o segundo é quando se deixa um espaço para a passagem de tubulações e fiações sob o *container* e o terceiro é quando se coloca ele diretamente sobre o solo, conforme mostra a Figura 13. O terceiro tipo é o mais usual nas construções, utilizando-se o sistema de radier, vigas baldrame quando a fundação é composta por estacas e, na grande maioria das vezes, sapatas isoladas de concreto (CARBONARI; BARTH, 2015).

Figura 13: Tipos de fundações



Fonte: Adaptado de Carbonari e Barth (2015)

Para a instalação do container não é necessária uma fundação muito complexa, já que sua estrutura é bastante leve. Porém, a característica comum entre todos esses tipos de fundações citadas é o baixo custo de execução, já que trabalham em uma escala muito menor quando comparada a uma construção convencional de concreto armado (ABAD, 2018).

Para fixação dos containers eles devem ser soldados ou parafusados junto a fundação, para isso tem cantoneiras nas quatro extremidades inferiores, utiliza-se uma peça metálica ajustável para auxiliar a nivelção da altura. Por essa peça, as cargas dele são transmitidas para o solo e também impedindo a movimentação da estrutura por ação do vento (SLAWIK et al. 2010, apud CARBONARI; BARTH, 2015).

2.2.4.2 Desempenho

Conforme Carbonari e Barth (2015), da mesma maneira que uma construção feita com sistema convencional, as edificações criadas a partir de *containers* devem atender aos critérios da Norma de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013). Os objetivos desta norma são de atender exigências para cumprir os requisitos de desempenho a segurança, a habitabilidade e a sustentabilidade. Englobando na primeira a segurança estrutural, segurança contra fogo e segurança no uso e operação. Já a segunda informa sobre as partes de desempenho térmico, acústico e lumínico, diz respeito também a saúde, higiene e qualidade do ar, estanqueidade, funcionalidade, acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico. A terceira diz respeito a durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental.

De acordo com Perfeito (2017), todos esses aspectos são apresentados em seis partes:

- **Parte 1 – Requisitos Gerais:** Tem um caráter de orientação geral, utilizado como índice de referência remetendo às partes de estruturas, pisos, vedações verticais, coberturas e sistemas hidrossanitários. Apresenta também os aspectos de natureza geral e critérios que envolvem a norma, onde é exposto o conceito de vida útil do projeto, definição de responsabilidades e parâmetros de desempenho mínimo, intermediário e superior.
- **Parte 2 – Sistemas Estruturais:** Refere-se aos requisitos para os sistemas estruturais das edificações habitacionais, determinando critérios de estabilidade e resistência da construção. Apresenta também métodos para que se possa mensurar os tipos de impactos que a estrutura pode resistir sem apresentar rachaduras ou falhas.
- **Parte 3 – Sistemas de Piso:** Trata dos sistemas de pisos internos e externos, onde há uma descrição dos sistemas de pisos como uma combinação de vários elementos, incluindo o contrapiso e não apenas camadas de revestimento e acabamento. Define também o coeficiente de atrito e resistência ao escorregamento.

- **Parte 4 – Vedações Verticais:** Trata-se dos requisitos de estanqueidade do ar, à água, a rajadas de ventos, ao conforto acústico e térmico, que tem que ser atendidos pelos sistemas de vedação vertical de uma edificação. Nos mostra também as exigências de adequação aos critérios de desempenho estrutural e segurança ao fogo.
- **Parte 5 – Coberturas:** Se refere aos requisitos que tem que ser atendidos pelo sistema de cobertura, com a função de assegurar a estanqueidade às águas pluviais e salubridade, contribuir para o conforto térmico e acústico e proteger aos demais sistemas da edificação contra a deterioração por agentes naturais.
- **Parte 6 – Sistemas Hidrossanitários:** Define os critérios de requisitos para os sistemas de água quente e fria, de esgoto sanitário e ventilação e também os sistemas prediais de águas pluviais. Refere-se também a separação física dos sistemas de água fria potável e não potável, de acordo com as tendências atuais de reuso da água.

O desempenho térmico de uma edificação é formado principalmente pelo desempenho de sua envoltória, que pode ser encontrado pela média ponderada da resistência térmica dos elementos de vedação e cobertura. A NBR 15220 de 2005 estabelece os procedimentos para os cálculos das propriedades térmicas de elementos e componentes de edificações, define também oito zonas bioclimáticas para o Brasil além de estabelecer limites desses parâmetros para os elementos de vedação e cobertura conforme as regiões (CARBONARI; BARTH, 2015).

Um dos fatores considerados indispensáveis ao se pensar em construir habitações com *containers* é o seu isolamento térmico, visto que a chapa de aço que é usada em sua composição não é um bom material isolante. De acordo com Occhi e Almeida (2016), existem duas formas de se executar o isolamento: internamente e externamente. Quando feito de forma interna, seu custo pode ser bem inferior, porém, ocupa um espaço que já é bem limitado e a espessura do material fica em torno de 10 cm, tendo assim uma perda de calor muito rápida, caso não seja utilizado materiais de boa qualidade. Se for executado externamente, a perda de calor é bem inferior, visto que pode ser utilizado um material isolante de até 30 cm de espessura. Porém, pode se tornar muito mais caro, pois é necessária a utilização de um revestimento externo totalmente estanque e que proteja a camada de isolamento externo da umidade.

Segundo Serraglio (2019), os materiais desenvolvidos para o isolamento térmico de diferentes ambientes são a lã de vidro, lã de rocha, a vermiculita, a fibra de coco, as espumas elastoméricas, dentre outros. A lã de vidro, por exemplo, é um importante isolante térmico

formado por sílica e sódio agregados por resina sintética em alto forno, tem como características ser leve, de fácil manuseio e corte, além de ter a propriedade de não estragar com o tempo. Outras formas importantes para auxiliar no desempenho térmico é a utilização de revestimento externo opaco em cores claras para contribuir na reflexão da radiação solar e a utilização de vidros claros para uma melhor penetração de luz.

Outro método que pode ser utilizado para um melhor desempenho térmico da face superior do *container* é a adoção de telhado verde, a camada de terra auxilia no equilíbrio térmico do edifício além de proteger a cobertura de raios solares e chuva. De acordo com Perfeito (2017), o uso do mesmo reduz o consumo energético e transforma a paisagem construída em algo mais agradável e integrado com a natureza.

Serraglio (2019) estabelece quatro camadas distintas para o telhado verde, ao qual os materiais podem ser aplicados diretamente sobre a cobertura do edifício, e são feitos geralmente com a primeira camada sendo de impermeabilizante e normalmente são utilizadas mantas sintéticas para proteger a laje, no caso dos *containers* seria o painel superior, contra presença de umidade. Para a segunda camada é utilizado um material drenante para drenar a água, geralmente se usa brita, seixos ou mantas drenantes de poliestireno. A terceira camada é a filtrante, serve para a retenção de partículas e geralmente é feita com geotêxtil. Para a quarta camada é utilizada uma membrana de retenção para evitar que este seja carregado. A última camada é a do solo e da vegetação (SERRAGLIO, 2019).

De acordo com Saadatian et al. (2013, apud Serraglio, 2019), o uso da estratégia de adoção de um telhado verde envolve o desenvolvimento de um projeto que seja sustentável e que diminua o escoamento de águas pluviais, além de ter uma produção maior de oxigênio. Sua utilização também pode gerar uma diminuição da carga de instalações de tratamento de água, aumentando a qualidade do escoamento e tendo uma maior economia energética para fins de refrigeração e aquecimento.

O isolamento acústico pode ser trabalhado da mesma forma, internamente ou externamente, tendo a possibilidade de isolar a parte do teto com isopor aparente ou revestido. Uma das opções sustentáveis que existem é a utilização da lã de pet, feita de fibras de poliéster de garrafas pet recicladas sem adição de resinas, sem emissão de carbono na atmosfera e sem utilização de água durante o processo. Além disso, outra opção sustentável que é bastante utilizada é a fibra ou placa de coco que é um material natural, biodegradável, reutilizável, com uma alta durabilidade, utilizado também como fungicida natural, não exala gases tóxicos em combustão e vem de fontes renováveis (OCCHI; ALMEIDA, 2016).

De acordo com estudos realizados por Carbonari e Barth (2015), provou-se que o *container* em seu estado natural não atende às exigências normativas pois apresentam parâmetros de desempenho térmico que ultrapassam os exigidos pelas duas normas brasileiras, sendo assim, é necessária uma melhoria na envoltória dos *containers* para que eles possam ser utilizados como habitação.

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho foram realizadas as atividades a seguir, sendo elas divididas em três fases:

- Na primeira fase, elaborou-se uma revisão bibliográfica da literatura disponível, apresentando todos os tópicos que foram levantados neste trabalho e construindo uma base sólida para melhor compreensão do tema.
- A segunda fase deu-se através de pesquisas exploratórias junto às empresas de construção com *containers*, onde se procurou compreender melhor o mercado para esse tipo de habitação e os interesses gerais dos clientes que procuram por esse tipo de alternativa. Foram obtidos juntos às empresas A, B e C os dados orçamentários para esse tipo de construção, levando em consideração um projeto padrão para casas de médio padrão. Esse projeto padrão de habitação foi criado pelo autor para realização das pesquisas de preço para esse tipo de construção, tanto com *container* quanto de forma usual.
- Na terceira fase, foi realizado um aprofundamento por meio de estudos de caso nas empresas A e D, nas quais foram conduzidas entrevistas semiestruturadas, visita em campo e visita virtual, que, em virtude do cenário de pandemia, foi a melhor solução para a realização do trabalho com segurança. Desta forma, foi possível observar e registrar através de fotos como ocorre, na prática, toda a transformação dos *containers* em residência, compreendendo o método construtivo bem como sua sequência. Observando características de desempenho térmico e acústico, com o propósito de correlacionar todos os dados obtidos com os conhecimentos adquiridos através da revisão bibliográfica.

3.2 Empresas Estudadas

As pesquisas de campo, entrevistas, visitas virtuais e orçamentos foram realizados com as empresas que serão descritas nesse capítulo, todas elas atuam na área de construção de habitação com *container*. Vale destacar que grande parte dos estudos realizados foram através das empresas A e D, às quais foram realizadas a visita presencial e virtual respectivamente, além das entrevistas que foram utilizadas como base para a sequência executiva do *container*, enquanto a B e C serviram de base para orçamentos.

Empresa A: É uma empresa localizada na cidade de Gravataí, no Rio Grande do Sul. Utiliza materiais reciclados na execução de seus projetos. Nela foi realizada pesquisa de preço, pesquisa de campo e entrevista.

Empresa B: É uma empresa localizada na cidade de Itajaí, em Santa Catarina. Criada em 2014 e sendo hoje uma das mais conceituadas da área. Nessa empresa foi realizada uma pesquisa de preço.

Empresa C: Outra grande empresa localizada na cidade de Itajaí, em Santa Catarina. Foi criada ainda em 2007, sendo uma das pioneiras no Brasil. Nela foi realizada uma pesquisa de preço.

Empresa D: Empresa localizada na cidade de Portão, no Rio Grande do Sul. É uma empresa conceituada com muitos projetos realizados. Nela foi realizada entrevista e uma tour virtual pelas suas instalações.

Os orçamentos foram realizados com as três empresas do estudo, ao qual os feitos pela Empresa A e B são apenas com a utilização de *container Dry*, já o obtido com a Empresa C foi feito com o *Dry*, para uma melhor comparação com as outras empresas e também um com o *container Reefer*, para uma melhor avaliação de valores.

3.3 Habitação de alvenaria tradicional

Para uma comparação entre os métodos de construção foi utilizado um orçamento paramétrico para o projeto da casa em alvenaria tradicional, o Custo Unitário Básico (CUB), ao qual quem normatiza atualmente esse cálculo realizado é a NBR 12721 (2006).

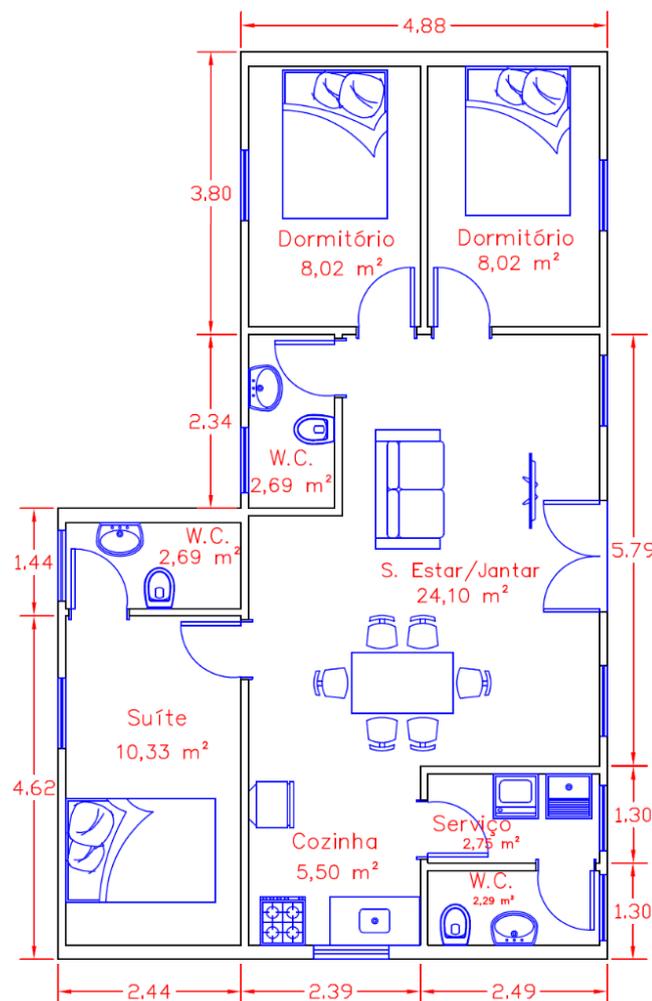
De acordo com a definição da NBR 12721 (2006), para a realização do cálculo do CUB tem que ser levado em consideração os projetos padrões que são selecionados para representar os diversos tipos de edificações, sendo definidos pelas suas características principais. Dessa maneira, o tipo de projeto compatível com este trabalho foi o R1-N (código para residência unifamiliar de padrão normal), sendo ele configurado como uma residência unifamiliar de

padrão normal, com apenas um pavimento, três dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda.

3.4 Projeto Padrão da Habitação

Para a realização deste trabalho foi criado pelo autor um projeto baseado em plantas arquitetônicas e as descrições do CUB para casas unifamiliares de médio padrão, contendo três quartos, sendo uma suíte com banheiro, um banheiro social, sala de estar e jantar, cozinha e uma área de serviço com banheiro. Para a execução do projeto seria necessário a utilização de dois containers de 40 pés (12 metros) e um de 20 pés (6 metros), tendo assim uma área de 72 m² e um pé direito de 2,59 metros. Na Figura 14 se encontra a planta do projeto criado, no qual se pode observar que a suíte se localiza no *container* de 20 pés, enquanto os outros cômodos ficam divididos entre os outros dois *containers* de 40 pés.

Figura 14: Planta do projeto



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

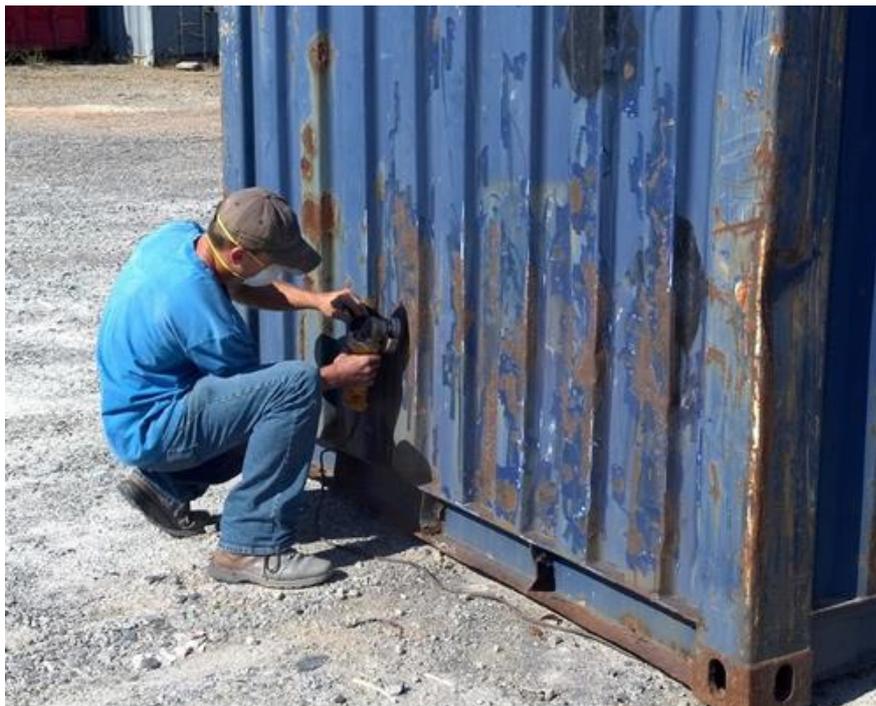
4.1 Sequência Executiva do Container

A sequência executiva apresentada neste capítulo foi baseada na visita e entrevista feita na Empresa A, localizada na cidade de Gravataí, no tour virtual e entrevista feita junto a Empresa D, localizada na cidade de Portão, e também com o auxílio dos estudos realizados por meio da revisão bibliográfica. Além disso, todos os projetos das empresas citadas são executados com *containers* reutilizados do tipo *Dry*.

Todo o processo começa com o projeto técnico em mãos da empresa para que possam ir ao porto selecionar os melhores *containers* a se utilizar na execução, pois como são peças já usadas por muitos anos, podem apresentar alguns problemas, como faces amassadas, um nível alto de pontos corrosivos, piso desgastado. Então sempre se procura compatibilizar as folhas do *container* em perfeito estado com as faces principais do projeto e também definir se será utilizado o piso original ou não.

Após a seleção é feita a recuperação do aço do *container*, essa etapa é considerada essencial para a maior durabilidade do material. O processo consiste em atacar todos os pontos corrosivos existentes no aço com a utilização de uma esmerilhadeira com discos de escova de aço para o lixamento de todo o material, conforme mostra a Figura 15, após esse processo é realizado um tratamento com a aplicação de fundo anticorrosivo de poliuretano.

Figura 15: Lixamento do *container*



Se durante o processo de lixamento for constatado que o material do *container* está com furos, terá que ser feito uma espécie de cirurgia para a recuperação do mesmo. Esse trabalho consiste em soldar pedaços de chapas de aço na localização dos vãos. Depois procede-se com a aplicação de produto impermeabilizante, conforme mostra a Figura 16.

Figura 16: Soldas em furos



Fonte: Mtcontainer (2021)

Nos casos em que alguma das faces do *container* apresenta irregularidades, como por exemplo, partes amassadas no teto, se posiciona um macaco hidráulico com uma tora de madeira e se pressiona o macaco para que o teto volte para o lugar. Em casos de pequenos amassados se utiliza uma marreta para tentar remover o máximo possível da imperfeição.

Após isso se faz a limpeza e tratamento abrasivo do *container* para retirar qualquer vestígio de resíduos que possam ter infectado o mesmo durante o seu tempo de uso. Os *containers* utilizados pela Empresa D, por sua vez, vêm direto do terminal de zona portuária, por isso, tem toda a documentação de procedência e já são aptos a serem usados para construção de habitação.

A etapa seguinte consiste na pintura do *container*. Se utiliza uma tinta de poliuretano para que se tenha uma proteção diferenciada para intempéries e também uma maior durabilidade do material, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17: Pintura



Fonte: O Petróleo (2021)

Após as etapas anteriores são feitas as aberturas previstas no projeto, executadas com o auxílio de uma máquina de corte plasma com ar comprimido para um corte mais preciso e seguro, conforme Figura 18. Os cortes geralmente são feitos no gomo baixo da folha do *container*, para que em seguida seja realizada a fixação de chapas metálicas nas aberturas, uma espécie de requadro para a posterior instalação das esquadrias. De acordo com Carbonari e Barth (2015), essas aberturas realizadas para as portas e janelas além de servirem para a funcionalidade dos espaços também são pensadas como forma de melhorar o desempenho térmico das habitações com *container*. Além disso, os requadros devem ser feitos com o mesmo material do container, pois ligas metálicas diferentes podem levar à corrosão de um dos metais empregados (CARBONARI; BARTH, 2015).

Figura 18: Abertura com máquina de corte plasma



Fonte: Minha Casa Container (2021)

Quando a abertura realizada é muito grande, como por exemplo, a retirada de uma face lateral por completo de um *container*, é necessário realizar um reforço em sua estrutura para que não perca a sua resistência. Esse reforço é feito na parte superior do *container*, no qual é realizada a soldagem de uma cantoneira de aço para aumentar a capacidade de carga da viga superior e evitar a necessidade da utilização de pilares intermediários.

Após essa etapa, caso esteja previsto em projeto, é feito revestimento externo, para o qual se pode utilizar diversos materiais, como placas cimentícias, madeira, painel isotérmico, entre outros, conforme mostra um projeto da Figura 19. Esse processo é geralmente feito por usuários que não querem que o *container* fique aparente, seja por questões de aparência, segurança ou até mesmo uma melhora no desempenho térmico e acústico.

Figura 19: Revestimento externo



Fonte: *Facebook* (2021)

Na próxima etapa se faz a regularização do piso, processo em que se lixa a madeira e após, é feito a aplicação de verniz, caso seja utilizado o piso da forma original (chapas de madeira compensada), como mostrado na Figura 20. Caso contrário, o piso escolhido é colocado por cima do original, ao qual se pode optar por qualquer tipo, como porcelanato, cerâmica, vinílico ou laminado.

Figura 20: Piso original



Fonte: *Itajaí Containers* (2021)

Com a parte anterior pronta, é feita a preparação das divisórias internas, possibilitando que as instalações elétricas e hidrossanitárias, além das camadas de isolamento térmico e acústico, fiquem entre os fechamentos internos e externos, conforme Figura 21.

Figura 21: a) Estrutura de divisórias, instalações elétricas e hidrossanitárias, b) Instalações das camadas de isolamento térmico e acústico



Fonte: a) Rentcon Locações (2021), b) Minha Casa é um *Container* (2021)

Os materiais para o revestimento interno que geralmente são utilizados são as placas OSB ou o gesso acartonado. Para sua instalação, eles são parafusados nas estruturas de metal, fechando então as paredes.

Nos casos em que são utilizados mais de um *container* a fixação dos mesmos é feita no local de instalação com uma solda em sua parte superior com o auxílio de cantoneiras, após isso é feita a vedação entre elas. Nas laterais e nos preenchimentos dos demais espaços podem ser utilizada a espuma de poliuretano.

Por fim são feitos os acabamentos, como a instalação de louças da cozinha e banheiros, rodapés e etc. As Figuras abaixo mostram um exemplo de uma edificação feita com um container de 40 pés, pronta para uso.

Figura 22: Fachada da Casa Container do Showroom da Empresa A



Fonte: Foto feita pelo Autor

Figura 23: Sala com cozinha integrada



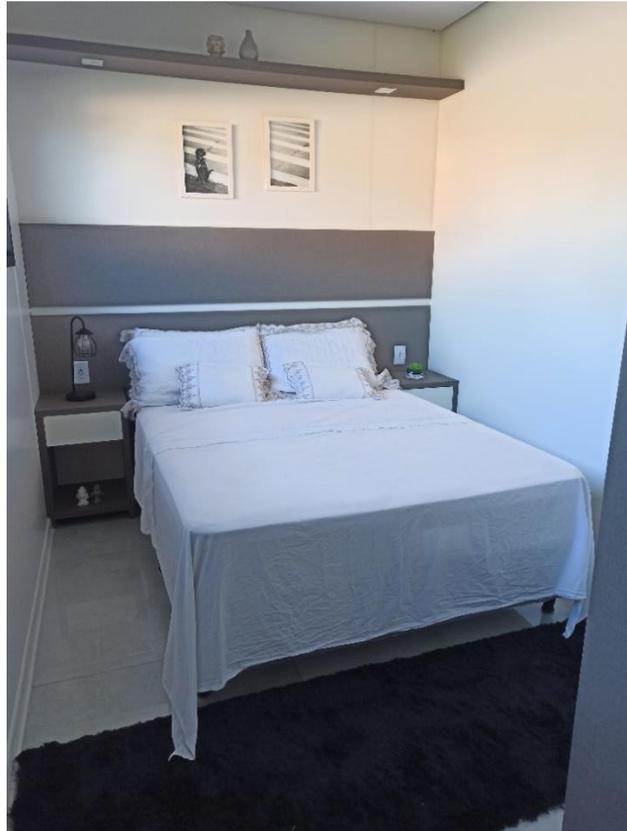
Fonte: Foto feita pelo Autor

Figura 24: Banheiro



Fonte: Foto feita pelo Autor

Figura 25: Quarto



Fonte: Foto feita pelo Autor

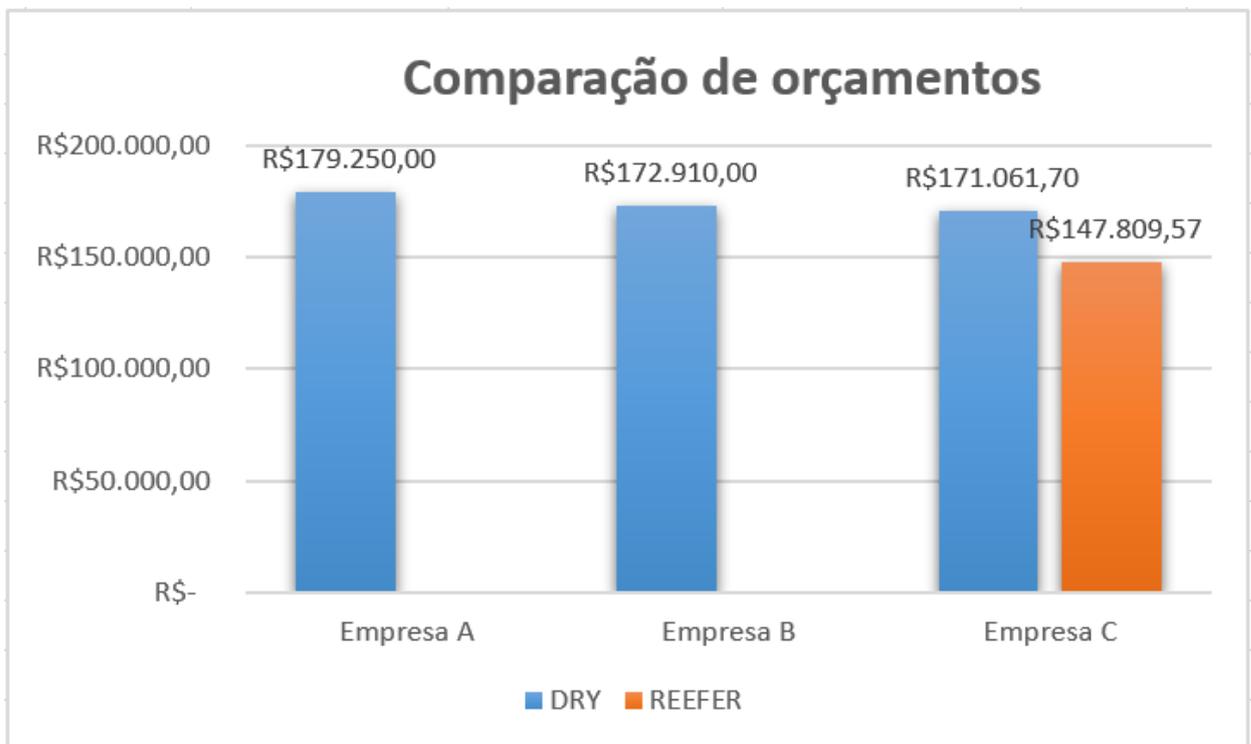
Em algumas partes da sequência executiva mostrada, foi possível constatar divergências com o método de construção tradicional feito no canteiro de obra, como por exemplo toda a parte de preparação do container no qual é feita a recuperação e regularização do aço, o tratamento abrasivo, os cortes para aberturas. Todo esse processo não existe na construção com alvenaria tradicional, porém mesmo com essas etapas a execução da habitação com container é muito mais rápida. Além disso, é possível observar alguns processos bem semelhantes, como pintura, revestimento interno e externo, as divisórias internas, também, em muitos casos, o isolamento térmico e acústico, além de toda a parte de acabamentos.

Alguns dos processos considerados mais artesanais realizados na sequência executiva poderiam ter um nível maior de industrialização, a parte de recuperação do container, corte da chapa e pintura são alguns dos exemplos, os quais são feitos de forma pouco otimizada e em algumas vezes com pouca agilidade, em grande parte dos casos devido ao tipo de máquina utilizada em sua execução.

4.2 Orçamentos da Habitação com Container

Tanto a Empresa A quanto a B não disponibilizaram um orçamento aberto, tendo apenas os itens descritos e o valor final, já a Empresa C forneceu detalhamento completo. O valor cobrado pela Empresa A foi de R\$ 179.250,00. Pela Empresa B foi de R\$ 172.910,00. Pela Empresa C foi de R\$ 171.061,70 com a utilização do *Dry* e o valor de R\$ 147.809,57 com a utilização do *Reefer*. Essas informações podem ser melhor visualizadas no gráfico da Figura 26.

Figura 26: Comparação de orçamentos



Fonte: Autor

A proposta foi fornecida no mês de junho de 2021, tendo uma validade de apenas cinco dias e podendo sofrer alterações conforme o tempo. Para uma melhor visualização dos valores de cada item, foi utilizado o orçamento disponibilizado pela Empresa C. Os orçamentos estão detalhados nas Tabelas 2 e 3 abaixo:

Tabela 2: Orçamento Empresa C - Container Dry

QTD PROJETO EM DRY REVESTIMENTO DE GESSO		Nacionalizado (com nf)
1	Módulo DRY 20HC - 14m ² (6,06 x 2,44 x 2,90mts medida ext)	R\$ 11.900,00
2	Contêiner DRY 40HC - 29m ² (12,19 x 2,44 x 2,90mts medida ext)	R\$ 41.800,00
SERVIÇOS ADICIONAIS		Vlr. Unit.
ESTRUTURAL:		
2	Vão de passagem entre os grandes SEM acabamento, medindo 579x240cm	R\$ 850,00
1	Vão de passagem entre os pequenos COM acabamento, medindo 80x210cm	R\$ 450,00
1	Vão de porta com acabamento galvanizado, medindo até 180x210cm (40 pés)	R\$ 620,00
1	Vão de porta com acabamento galvanizado, medindo até 90x210cm (20 pés)	R\$ 480,00
5	Vão de janela com acabamento galvanizado, medindo até 100x100cm	R\$ 380,00
3	Vão de janela com acabamento galvanizado, medindo 60x60cm	R\$ 300,00
15	Ponto hidráulico (água e esgoto): pias, ralos, vasos e chuveiros	R\$ 150,00
REVESTIMENTO INTERNO EM GESSO, PORTAS, ETC.		
260	Revestimento interno em gesso acartonado e revest. térmico com lã de pet	R\$ 130,00
260	Serviço de massa para acabamento e pintura em tinta latex para gesso	R\$ 30,00
3	Estrutura de metalon soldada internamente para fixação no teto	R\$ 650,00
3	Divisória reta de gesso acartonado simples estruturado pronta	R\$ 1.700,00
3	Divisória reta de gesso acartonado RU (verde) estruturado pronta (ar. umida)	R\$ 2.000,00
7	Porta em madeira, de giro, pronta, medindo 80x210cm	R\$ 900,00
3	Revestimento interno cerâmico simples, nas áreas de chuveiro	R\$ 900,00
PINTURA:		
2,5	Pintura externa (laterais e teto) fundo óxido zarcão e esmalte acrílico (01 cor)	R\$ 2.000,00
PISO - MANTIDO SOB A PLACA ORIGINAL DE ALUMÍNIO *MAIOR DURABILIDADE:		
3	Piso interno sobreposto em cerâmica simples PEI 4 (até R\$ 25,00 m ²)	R\$ 3.900,00
ELÉTRICA:		
3	Chapinhas soldadas internamente para fixação da elétrica sem perfurar cntr	R\$ 350,00
12	Luminárias de embutir, com lâmpada LED	R\$ 250,00
20	Tomadas duplas de embutir monofásicas 10A ou simples 20A	R\$ 190,00
3	Eletrodutos embutidos	R\$ 400,00
1	Caixa de disjuntores com até 5 circuitos	R\$ 250,00
VIDRACARIA:		
3	Janela basculante, 8mm, medindo 60x60cm	R\$ 390,00
1	Porta blindex 10mm, 04fls, 02 deslizante, medindo até 180x210cm	R\$ 2.500,00
5	Janela blindex, 8mm, 04fls, 2 deslizantes, medindo até 100x100cm	R\$ 750,00
ACESSÓRIOS:		
3	Kit chuveiro elétrico 5500W, instalado	R\$ 250,00
3	Kit pia em louça com torneira simples, instalada	R\$ 650,00
3	Kit vaso sanitário com caixa acoplada, simples, em louça, instalado	R\$ 750,00
VALOR TOTAL DOS SERVIÇOS >>>		R\$ 110.320,00
ICMS SOBRE SERVIÇOS >>>		R\$ 7.041,70
VALOR TOTAL SERVIÇOS + CONTÊINER DRY >>>		R\$ 171.061,70

Fonte: Disponibilizado pela Empresa C

Tabela 3: Orçamento Empresa C - *Container Reefer*

PROJETO EM REEFER - PISO CONCRETO + CERÂMICO		Nacionalizado (com nf)
1	Contêiner REEFER 20HC - 14m ² (6,06 x 2,44 x 2,90mts medida ext)	R\$ 18.650,00
2	Contêiner REEFER 40HC - 29m ² (12,19 x 2,44 x 2,90mts medida ext)	R\$ 55.000,00
SERVIÇOS ADICIONAIS		Vlr. Unit.
ESTRUTURAL:		
3	Fechamento do vão do maquinário com painel de contêiner reefer	R\$ 1.480,00
2	Vão de passagem entre os grandes SEM acabamento, medindo 579x240cm	R\$ 850,00
1	Vão de passagem entre os pequenos COM acabamento, medindo 80x210cm	R\$ 450,00
1	Vão de porta com acabamento galvanizado, medindo até 180x210cm (40 pés)	R\$ 620,00
1	Vão de porta com acabamento galvanizado, medindo até 90x210cm (20 pés)	R\$ 480,00
5	Vão de janela com acabamento galvanizado, medindo até 100x100cm	R\$ 380,00
3	Vão de janela com acabamento galvanizado, medindo 60x60cm	R\$ 300,00
15	Ponto hidráulico (água e esgoto): pias, ralos, vasos e chuveiros	R\$ 150,00
ESTRUTURAL ADICIONAL (GESSO, PORTAS, ETC):		
3	Divisória reta de gesso acartonado simples estruturado pronta	R\$ 1.700,00
3	Divisória reta de gesso acartonado RU (verde) estruturado pronta (ar. umida)	R\$ 2.000,00
7	Porta em madeira, de giro, pronta, medindo 80x210cm	R\$ 900,00
3	Revestimento interno cerâmico simples, nas áreas de chuveiro	R\$ 900,00
PINTURA:		
2,5	Pintura interna (laterais e teto) fundo wash primer e esmalte acrílico (01 cor)	R\$ 2.000,00
2,5	Pintura externa (laterais e teto) fundo óxido zarcão e esmalte acrílico (01 cor)	R\$ 2.000,00
PISO - EM CONCRETO, AUMENTA O PESO EM 6 toneladas (40 pés):		
2,5	Desconto pela remoção do assoalho original de alumínio	-R\$ 3.000,00
2,5	Contra piso interno sobre o poliuretano, em concreto e malha POP	R\$ 1.600,00
2,5	Piso interno sobreposto em cerâmica (até R\$ 25,00 m ²)	R\$ 3.900,00
ELÉTRICA:		
12	Luminárias de sobrepôr, com lâmpada LED	R\$ 250,00
20	Tomadas duplas de sobrepôr monofásicas 10A ou simples 20A	R\$ 190,00
3	Eletrodutos sobrepostos aparentes, em PVC antichamas	R\$ 400,00
1	Caixa de disjuntores com até 5 circuitos	R\$ 250,00
VIDRACARIA:		
3	Janela basculante, 8mm, medindo 60x60cm	R\$ 390,00
1	Porta blindex 10mm, 04fils, 02 deslizante, medindo até 180x210cm	R\$ 2.500,00
5	Janela blindex, 8mm, 04fils, 2 deslizantes, medindo até 100x100cm	R\$ 750,00
ACESSÓRIOS:		
3	Kit chuveiro elétrico 5500W, instalado	R\$ 250,00
3	Kit pia em louça com torneira simples, instalada	R\$ 650,00
3	Kit vaso sanitário com caixa acoplada, simples, em louça, instalado	R\$ 750,00
VALOR TOTAL DOS SERVIÇOS >>>		R\$ 69.710,00
ICMS SOBRE SERVIÇOS >>>		R\$ 4.449,57
VALOR TOTAL SERVIÇOS + CONTÊINER REEFER >>>		R\$ 147.809,57

Fonte: Disponibilizado pela Empresa C

O transporte dos *containers* até o destino final não está incluso nos orçamentos citados acima, pois geralmente são feitos por empresas especializadas. Desta forma, a Empresa A realizou uma cotação com uma de suas empresas parceiras para realização deste trabalho, no qual o valor cobrado para o transporte da cidade de Gravataí para Porto Alegre foi de R\$3.100,00 para os três *containers* previstos no projeto. Já para as Empresas B e C, foi utilizado o orçamento feito junto a uma empresa especializada da cidade de Itajaí, cobrando um valor de R\$6.000,00 para os três *containers* previstos no projeto, saindo da cidade de Itajaí até Porto Alegre.

4.3 Transporte e Instalação

Para que seja feito o transporte e instalação do *container* no local de destino é necessário que a fundação do terreno já esteja executada. Para isso, a empresa responsável pela execução do projeto dos *containers* envia com antecedência um projeto com as posições das cargas para que seja feita a fundação. Esse processo normalmente não é executado pela mesma empresa que fabrica a habitação, então ficará a cargo do cliente a escolha de uma empresa especializada da área.

Com a etapa anterior finalizada é feito o transporte dos *containers* até o local de instalação, que pode ser executado por caminhão convencional de carga que tenha capacidade de levar um *container* de 40 pés ou dois de 20 pés.

Com a chegada dos *containers* ao destino final o seu descarregamento é efetuado por um caminhão do tipo *Munck*, de 12 metros de comprimento, ou por um guindaste, como pode ser visto na Figura 27. Esse içamento do *container* é feito pelas cantoneiras que se encontram nos quatro vértices superiores, pois foram dimensionadas para receber os esforços durante o manuseio.

Figura 27: Caminhão tipo *Munck*



Fonte: Ritter Serviços e Locações (2021)

Após a descarga, os *containers* devem ser fixados na fundação pelas quatro cantoneiras inferiores para evitar que tenham movimentações indesejadas por ação dos ventos. Então, para finalizar é feita a ligação das instalações elétricas e hidrossanitárias, para que assim, a edificação seja considerada habitável.

4.4 Resultados para construção em alvenaria tradicional

Conforme o SINDUSCON-RS, para o mês de julho de 2021, no estado do Rio Grande do Sul, o custo por metro quadrado e a sua composição estão definidos na Tabela 4 abaixo:

Tabela 4: a) Tabela de custo e b) Tabela de composição

PROJETOS		Padrão de acabamento	Código	Custo R\$/m ²	Variação %		
					Mensal	Anual	12 meses
RESIDENCIAIS							
R - 1 (Residência Unifamiliar)	Baixo	R 1-B	1.888,84	1,49	16,22	24,95	
	Normal	R 1-N	2.410,58	1,52	16,22	25,01	
	Alto	R 1-A	3.216,70	1,79	20,99	31,26	

PROJETO	Custo R\$/m ²	Composição em R\$				Composição em %			
		Materiais	Mão-de-obra	Despesas Administrativas	Equipamentos	Materiais	Mão-de-obra	Despesas Administrativas	Equipamentos
R 1-B	1.888,840	974,54	767,35	135,94	11,01	51,59%	40,63%	7,20%	0,58%
R 1-N	2.410,580	1.202,93	1.079,24	127,64	0,77	49,90%	44,77%	5,29%	0,03%
R 1-A	3.216,700	1.923,86	1.171,22	120,67	0,95	59,81%	36,41%	3,75%	0,03%

Fonte: Sinduscon RS (2021)

Desta maneira, para a comparação deste trabalho, o valor do custo por metro quadrado é definido no valor de R\$ 2.410,58. Porém, nesse valor encontrado não estão presentes os custos indiretos, tampouco o lucro previsto, que se tem no orçamento feito para a construção com *container*. Assim, foi criada a Tabela 5 contendo alguns dados necessários, como o BDI e os custos com o frete que servirão para fins de comparação com a construção por *container*. O BDI utilizado foi de 30%, sendo este baseado em dados usuais de empresas que trabalham com orçamentos.

Tabela 5: Tabela de preço com BDI

	Casa de alvenaria
Construção	R\$ 173.561,76
Frete	-
Custo Total	R\$ 173.561,76
BDI (30%)	R\$ 52.068,53
Preço de venda	R\$ 225.630,29

Fonte: Autor

Portanto, o custo de venda por metro quadrado de uma casa construída em alvenaria tradicional, seria no valor de R\$ 3.133,75 por metro quadrado.

4.5 Discussões e comparações

Com a análise deste trabalho, foi constatado que o método de construção utilizando *containers* tem inúmeras vantagens quando comparado à construção de alvenaria tradicional. Algumas das principais vantagens está em sua modularidade, por possuir medidas padronizadas os projetos podem ser facilmente ampliados ou reduzidos, construindo desde uma simples casa com apenas um módulo até grandes construções com até oito módulos um sobre o outro. Além disso, o seu material é feito para resistir a ambientes altamente agressivos, tendo uma longa vida de utilização com manutenção adequada.

Outra grande vantagem nesse sistema de construção está na sua disponibilidade, podendo ser adquirida em qualquer lugar do mundo. Como a vida útil do *container* para o transporte de cargas gira em torno de 10 a 15 anos, após esse tempo, em diversas ocasiões eles são abandonados nos portos gerando um grande acúmulo do material e, muitas vezes transformando-se em sucata. Por essa razão, normalmente a sua aquisição costuma ser facilitada.

A fundação utilizada nas habitações feitas com *containers* geralmente é simples, não causando grandes impactos no terreno, já que eles possuem um menor peso que uma estrutura convencional, sendo muito utilizado o sistema de radier ou sapatas isoladas de concreto. Para o projeto deste trabalho, no qual são utilizados três *containers* e também dependendo das condições do terreno onde seria feita a instalação, o mais adequado seria o radier, conforme citado por Calory (2015), porém o mais comum de se fazer devido ao preço é o apoio do *container* em pilaretes de concreto, que se apoiam em fundações isoladas, conforme mostrado na Figura 28.

Figura 28: *Container* apoiado em pilaretes



Fonte: UOL (2021)

Com os resultados obtidos para a construção em alvenaria tradicional e em container, foi possível realizar uma análise de custos mais detalhada comparando os dois métodos construtivos, conforme mostra a Tabela 5.

Salienta-se que os valores apresentados na tabela 6 estão isentos do custo do terreno e da fundação.

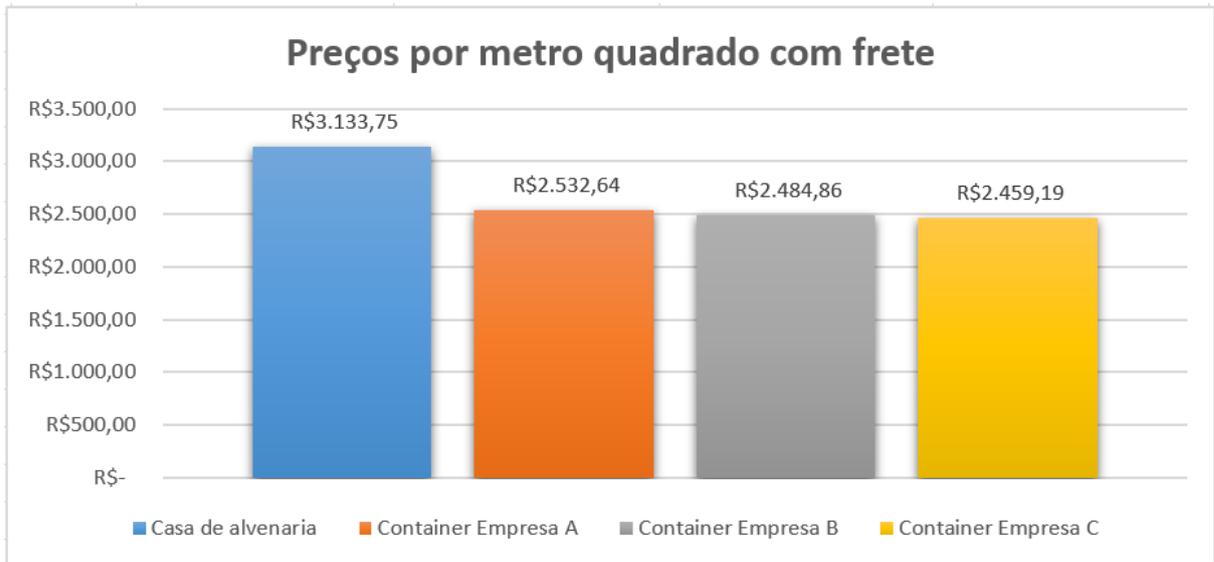
Tabela 6: Tabela de comparação de preço

	Casa de Alvenaria	Container Empresa A	Container Empresa B	Container Empresa C
Construção	R\$ 173.561,76	R\$ 179.250,00	R\$ 172.910,00	R\$ 171.061,70
Frete	-	R\$ 3.100,00	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Custo Total	R\$ 173.561,76	R\$ 182.350,00	R\$ 178.910,00	R\$ 177.061,70
BDI (30%)	R\$ 52.068,53	Já inseridos no orçamento	Já inseridos no orçamento	Já inseridos no orçamento
Preço de venda	R\$ 225.630,29	R\$ 182.350,00	R\$ 178.910,00	R\$ 177.061,70

Fonte: Autor

É possível observar que a construção com alvenaria tradicional teria um valor de R\$ 3.133,75 por metro quadrado, enquanto que uma construção feita com *container* pela Empresa A sairia por R\$ 2.532,64 por metro quadrado, representando uma opção cerca de 19,18% inferior ao de alvenaria tradicional. Pela Empresa B sairia R\$ 2.484,86 por metro quadrado, tendo uma porcentagem de 20,71% mais barata que a de alvenaria tradicional. Enquanto que pela Empresa C custaria R\$ 2.459,19 por metro quadrado, levando a uma porcentagem de 21,52% inferior ao preço da casa de alvenaria tradicional. Os valores mostrados acima estão melhor representados na Figura 29. Essa diferença poderia ser passada diretamente para o cliente que procura uma solução mais barata, ou ser feito um investimento relativamente superior na opção da casa *container* para obter uma habitação com um padrão maior em sua qualidade final.

Figura 29: Comparação de custo por metro quadrado com frete



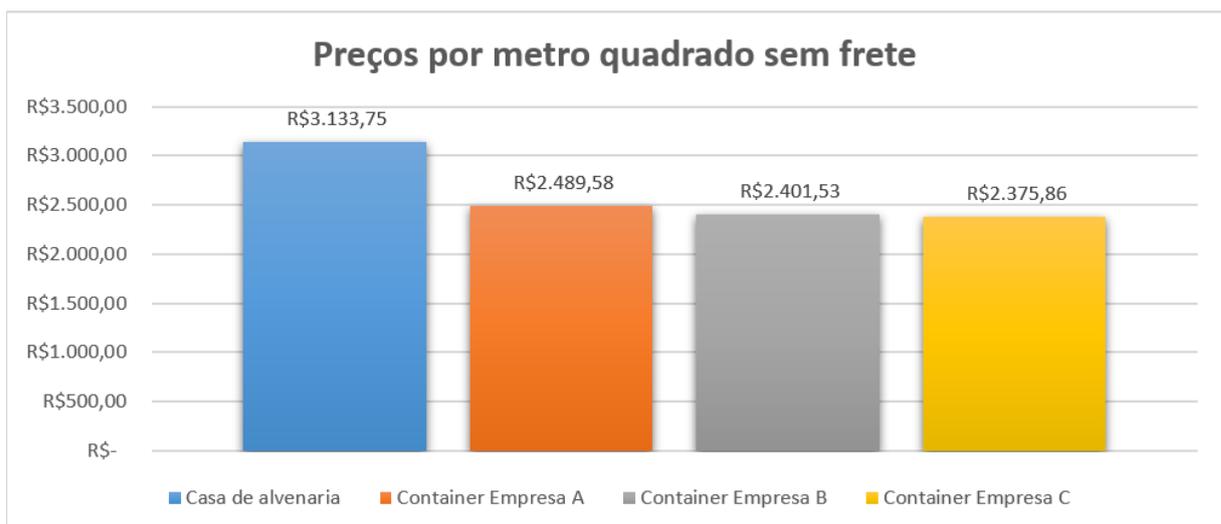
Fonte: Autor

Um dos pontos positivos do uso do *container* é a sua mobilidade, enquanto uma casa de alvenaria tradicional é fixada no terreno, levando o proprietário a ter que vendê-la em caso de troca de endereço, a casa *container* pode ser transportada facilmente para outra localidade caso tenha sido construída com um módulo, com o auxílio de um caminhão do tipo “Munck”. No caso do projeto estudado, o transporte também seria possível, mas um pouco mais complexo. Porém também tem que ser considerado que para esse método de construção se tem o custo com o transporte, que dependendo da localização de instalação pode ser um problema, já que carregar um container por milhares de quilômetros por vias terrestres pode custar muito caro.

No caso do orçamento com a Empresa A, o custo com o frete representa cerca de 1,70% do preço de venda da casa *container*, o que representa uma baixa parcela do valor total, visto que o preço do frete cotado foi da cidade de Gravataí até Porto Alegre, tendo uma distância de aproximadamente 30 quilômetros. Enquanto para o orçamento com a Empresa B e C o custo do frete representa cerca de 3,35% e 3,39% respectivamente do preço de venda da casa *container*, uma parcela relativamente superior, visto que o transporte é da cidade de Itajaí até Porto Alegre, com uma distância de aproximadamente 538 quilômetros. Este resultado corrobora com o estudo realizado por Machado (2020), ao qual a viabilidade também tem uma ligação direta com a distância de instalação da habitação e as empresas especializadas, que geralmente estão localizadas próximas a cidades portuárias.

Se de alguma maneira esse custo com o transporte fosse eliminado, o valor da habitação da Empresa A passaria a ser de R\$ 2.489,58 por metro quadrado, representando assim um preço de venda com cerca de 20,55% inferior ao de alvenaria e métodos tradicionais. Para a Empresa B o preço passaria para R\$ 2.401,53 por metro quadrado, tendo um preço de venda de aproximadamente 23,36% inferior ao de alvenaria tradicional. Enquanto que para a Empresa C o preço seria de R\$ 2.375,86 por metro quadrado, tendo um preço de venda de aproximadamente 24,18% inferior ao de alvenaria tradicional. O gráfico da Figura 30 mostra com mais detalhes essa comparação. Desta forma, para projetos de habitações com *container* feitas em cidades próximas as empresas especializadas, os valores apresentados são muito vantajosos quando comparados ao de alvenaria tradicional, porém quanto mais distante for o local de instalação do *container*, menor será a vantagem econômica desse método construtivo.

Figura 30: Comparação de custo por metro quadrado sem frete



Fonte: Autor

Vale ressaltar que, de acordo com Abad (2018), o *container* pode variar bastante de preço, por ter relação direta com o transporte marítimo e com importações e exportações, que é um comércio que pode ser bastante instável.

Além da vantagem econômica da utilização desse método de construção, é possível constatar uma maior agilidade em todo o processo, conforme a Empresa D, um projeto similar ao utilizado neste trabalho leva em torno de 90 dias para ser realizado. Desta forma, como grande parte da realização das etapas é feita ainda na própria indústria, algumas delas que são feitas no local de instalação, como a fundação e paisagismo, podem ser feitas em paralelo a construção da habitação, agilizando ainda mais a finalização do projeto.

Por ser um método de construção relativamente novo, não encontramos uma grande quantidade de empresas especializadas no assunto, e na sua grande maioria elas se encontram perto de regiões portuárias, como na cidade de Itajaí e Rio Grande. Por serem empresas, que em sua maioria atuam no mercado há pouco tempo, se pode observar uma desorganização em seus processos de construção, onde mais se parecem a canteiros de obras convencionais do que uma indústria. Porém, ainda assim podemos observar que com a produção sendo centralizada na indústria temos uma maior qualidade e controle das etapas por meio de uma gestão mais eficiente.

Um dos fatores que devem ser levados em consideração é quanto ao isolamento térmico do container, conforme foi apresentado no subcapítulo 2.2.4.2 se não for feito de forma adequada e com materiais de qualidade, isso pode vir a ser um problema para o conforto do usuário. Porém, com estudos prévios e com a utilização dos materiais usuais disponíveis no mercado, se pode alcançar um bom desempenho tanto no isolamento térmico quanto no acústico. Foi possível de se observar que além dos materiais tradicionais utilizados para o isolamento térmico, as aberturas realizadas no container também influenciam muito no desempenho térmico do mesmo.

Além disso, foi constatado que existe uma necessidade de se fazer uma análise quanto a problemas na estrutura do *container*, quando existem muitos pontos de corrosão devido ao tempo de uso, também a constatação de contaminação química do material, visto que em todo seu tempo utilizado como material para transporte, pode ter sido contaminado.

Outro fator que pode ser levado em consideração pelo usuário final é quanto a sustentabilidade dos processos de construção. Existe uma grande geração de resíduos no processo de construção com alvenaria tradicional, oriundos do desperdício de materiais que se dá nas perdas durante o processo de produção, ao qual não é possível ser reutilizado. Já com a utilização dos *containers*, além de economizar toneladas de materiais provenientes de fontes não renováveis, é evitado possíveis contaminações provenientes do descarte e manuseio do aço, em que para seu tratamento são utilizados materiais bastante agressivos.

Por fim, os resultados nos mostram que existe um potencial muito grande no reuso do *container* como forma de habitação, podendo contribuir bastante para uma evolução nos quesitos de sustentabilidade das edificações no Brasil.

5 CONCLUSÃO

Existe uma grande quantidade de containers disponíveis para serem reutilizados no Brasil, além de se ter um grande potencial para um crescimento desta área nos próximos anos. No estudo feito nesse trabalho foi realizada uma análise da viabilidade econômica da utilização desse método construtivo, comparada ao de alvenaria tradicional, trazendo os pontos positivos e negativos de sua utilização. O sistema de construção de casas pré-fabricadas, não apenas com *containers*, pode ser considerado como uma alternativa para o setor, mesmo que ainda sejam necessários grandes avanços para as empresas do Brasil, e com um investimento maior é possível uma melhor consolidação.

O objetivo geral deste trabalho foi atendido a partir do estudo teórico, visitas realizadas e entrevistas. Observou-se que a utilização do *container* na construção de habitações pode ser considerada economicamente viável e apesar de ser um método relativamente novo, com empresas com ainda pouco tempo de mercado, mostrou-se até 21,52% mais barato mesmo com a consideração do frete e podendo ser competitiva ao mercado de construção com alvenaria tradicional, principalmente nas cidades portuárias, onde as principais empresas estudadas atuam, minimizando assim o deslocamento do container até o local de execução da obra.

Os objetivos específicos foram relatados analisando de maneira geral a utilização de *containers* como habitação no Brasil e constatando vantagens e desvantagens de sua utilização. Como vantagens diretas esta principalmente a econômica e de tempo de execução da obra, para vantagem indireta está toda a questão da sustentabilidade que envolve a utilização deste método construtivo. Já como desvantagens o principal fator é o custo de transporte do container, que reduziu de 24,18% para 21,52% a vantagem da utilização de *containers* para a distância de 538 quilômetros, da fábrica até o local de instalação, além de ser necessária uma atenção maior para o isolamento térmico e acústico, de forma a fornecer qualidade e conforto ao usuário final.

A utilização de *container* em edificações se torna cada vez mais possível e usual, atualmente é difícil não encontrar em uma cidade algum projeto que não tenha a utilização desse material como o componente principal da estrutura, seja residencial ou comercial. Espera-se que este trabalho sirva de base para a realização de futuras pesquisas que possam ajudar a evoluir essa área da construção civil no Brasil.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Durante a realização deste trabalho alguns temas não foram abordados com tanta profundidade, então para uma maior evolução da área, poderiam ser explorados em estudos futuros as seguintes sugestões:

- Análise do conforto térmico nas habitações feitas com *container*, comparando com outros métodos.
- Comparação entre edificações feitas com *containers*, madeira e alvenaria, visando aprofundar as pesquisas com relação desempenho e impactos ambientais.
- Análise dos impactos ecológicos causados pelas construções feitas com *containers*, comparadas aos métodos tradicionais.

REFERÊNCIAS

- ABAD, B. C. P. **Estudo do uso de containers para a construção de edificações comerciais: Estudo de caso em construção de escola de educação básica**, UFRJ/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2018.
- ACKER, A. V. **Manual de Sistemas Pré-Fabricados de Concreto**. FIP 2002, Tradução Marcelo Ferreira, ABCIC 2003.
- AZUMA, F. **Uma contribuição através de um sistema CAD baseado na WEB para a aplicação da Coordenação Modular nas habitações de interesse social**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- BORGES, R. **Container Houses: Moradias alternativas**. Disponível em: <http://obviousmag.org/sphere/2012/03/container-houses---moradias-alternativas.html>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- BRASIL. **NR 18 Secretaria de Trabalho**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-18-atualizada-2020.pdf/view>. Acesso em: 29 jun. 2021
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**, Teresina, 2015.
- CALORY, S. Q. C. **Estudo do uso de contêineres em edificações no Brasil**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.
- CARBONARI, L. T.; BARTH, F. **Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil**, PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 6, n. 4, p. 255-265, dez. 2015.
- CIVILIZAÇÃO ENGENHEIRA. **Container City: um novo conceito em arquitetura sustentável**. Disponível em: <https://civilizacaoengenheira.wordpress.com/2013/01/22/container-city-um-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel/>. Acesso em: 29 jun. 2021.
- FERREIRA, M. A. **A importância dos sistemas flexibilizados**, 2003. 8p. (Apostila UFSCar).
- FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 1992.
- GIBB, A. G. F. **Standardisation and Pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research**, Construction Management & Economics 19(3): pgs. 307-315, Loughborough University, Loughborough, Inglaterra, 2001.
- GOI, F. D. **Tipos e medidas de container para construção, Dicas de Arquitetura, 2017**. Disponível em: <https://dicasdearquitetura.com.br/tipos-e-medidas-de-containers-para-construcao/>. Acesso em: 26 jun. 2021.
- KOTNIK, J. **Container architecture: this book contains 6441 containers**. Barcelona: Links International, 2008.
- LUNARDELLI, P. **Industrialização da construção civil: como as novas tecnologias contribuem com a constante melhoria**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/industrializacao-na-construcao-civil/>. Acesso em: 1 out. 2021.
- MACHADO, G. F. **Viabilidade da utilização de contêineres para habitação de interesse social**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

- MARADEI, G. **Casal vive em casa feita com containers há 6 anos**. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Casas/noticia/2017/01/casal-vive-em-casa-feita-com-containers-ha-6-anos.html>. Acesso em: 30 jun. 2021.
- MIRANDA CONTAINER. **O que é o container marítimo e quais as vantagens em utilizá-lo?** Disponível em: <https://mirandacontainer.com.br/o-que-e-o-container-maritimo-e-quais-as-vantagens-em-utiliza-lo/>. Acesso em: 28 jun. 2021.
- NUNES, M. DE A.; SOBRINHO, A. DA S. **Utilização de contêineres na Construção Civil: Estudo de caso**. Revista Campo do Saber, v. 3, p. 129–151, 2017.
- OCCHI, T.; ALMEIDA, C. C. O. de. **Uso de containers na construção civil: Viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo/RS**, Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo/RS, 2016.
- PELEGRINI, A. V. **O Processo de modularização em embalagens orientado para a customização em massa : Uma contribuição para a gestão do design**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- PERFEITO, P. **Avaliação do ciclo de vida de uma habitação de interesse social construída a partir de contêineres marítimos reciclados**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- PIGOZZO, B. N.; SERRA, S. M. B.; FERREIRA, M. DE A. **A industrialização na construção e o estudo de uma rede de empresas em obra de pré-fabricados em concreto armado**. XII SIMPEP, Bauru, 2005.
- RODRIGUES, J. M. et al. **A modularização aplicada ao processo de construção industrializada e seus indicadores de desempenho: Estudo de caso em um conjunto habitacional**. Joinville, 2017.
- ROMCY, N. M. e S. **Proposta de tradução dos princípios da coordenação modular em parâmetros aplicáveis ao building information modeling**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- SALAS, S. J. **Construção Industrializada: pré-fabricação**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, , 1988.
- SANTOS, J. C. **O Transporte Marítimo Internacional**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 1982.
- SERRAGLIO, A. G. **Análise do custo do ciclo de vida da casa-container e da habitação convencional utilizadas em moradias de interesse social**, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.
- SIRTOLI, A. S. C. **Industrialização da construção civil, sistemas pré- fabricados de concreto e suas aplicações**, Santa Maria, 2015.
- SMITH, J. D. **Shipping Containers As Building Components**. University of Brighton Thesis, 2006.
- TODESCHINI, G. **Processo construtivo de unidade habitacional em contêiner marítimo**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- VASCONCELOS, A. C. DE. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III ed. São Paulo: Studio Nobel, 2002.
- VIEIRA, J. V. **Utilização de containers marítimos na construção civil**, Universidade do Sul

de Santa Catarina, Palhoça 2019.