

MULTIVIX

MULTIVIX-SERRA
ARQUITETURA E URBANISMO
LUIZ HENRIQUE SANTOS TOREZANI

**CONTÊINERES COMO ALTERNATIVA A ALVENARIA DE
VEDAÇÃO:
SUSTENTABILIDADE E PREÇO.**

SERRA-ES

2021

**CONTÊINERES COMO ALTERNATIVA A ALVENARIA DE
VEDAÇÃO:
SUSTENTABILIDADE E PREÇO.**

Projeto de pesquisa do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo apresentado à Faculdade Brasileira – MULTIVIX, como requisito parcial para avaliação.

Orientador: Prof. Thaís Vilela

MULTIVIX

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente o apoio da minha família, eles foram os alicerces que sustentaram meu sonho. Agradeço a minha querida e amada mãe, Dona Sueli, que me inspirou a arquitetura e me proporcionou a melhor educação possível, sempre me cobrando e incentivando. Agradeço ao meu amado pai, João Luiz, que sempre acreditou no meu potencial, me dando todo o suporte que precisei durante esse longo caminho. Agradeço a todos que fizeram parte dessa jornada desafiante, aos meus queridos amigos e em especial ao meu amor Scarlett.

Agradeço a Deus por tudo.

RESUMO

A construção civil está em constante evolução e aprimoramento, novas técnicas construtivas são frequentemente criadas visando a maior produtividade e economia. Neste contexto, o uso de contêineres tem se destacado na arquitetura sustentável nas últimas décadas, isso se dá pelo fato desse tipo de construção poder ser feita em série e utilizar minimamente de recursos como areia, blocos, aço e principalmente de água. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto arquitetônico, em nível de estudo preliminar, de uma residência unifamiliar com aproximadamente noventa metros quadrados (90m²) de área construída, utilizando de contêineres em sua estrutura, que seja economicamente viável e mais sustentável se comparado a construção em alvenaria de vedação. Apesar das vantagens observadas através de construções como a Casa Contêiner Granja Viana, em Cotia, São Paulo ou através de estudos publicados, este método permanece desconhecido pela maioria interessada em construir. É de importância apresentar métodos construtivos que possam ser mais baratos e que tenha maior responsabilidade com o meio-ambiente.

Palavras-chave: REUTILIZAÇÃO. CONTEINERES.
ECONOMICAMENTE VIÁVEL. SUSTENTABILIDADE. ESTIMATIVA DE
CUSTO.

ABSTRACT

Civil Engineering is in constant evolution and improvement, new construction techniques are frequent to greater productivity and economy. In this context, the use of containers has stood out in sustainable architecture in recent decades, this is because this type of construction can be done in a series and minimally used resources such as sand, blocks, steel, and especially water. Thus, this work aims to develop an architectural project, at a preliminary study level, of a single-family residence with approximately ninety square meters (90m²) of built area, using containers in its structure, which is economically viable and more sustainable if Compare sealing masonry construction. Despite the advantages observed through constructions such as the Casa Contêiner Granja Viana, in Cotia, São Paulo, or through published studies, this method is recognized by the majority interested in building. It is important to present constructive methods that can be cheaper and that have greater responsibility for the environment.

Keywords: REUSE. CONTAINERS. SUSTAINABILITY. COST ESTIMATE.

Figura 1– Malcon McLean	17
Figura 2 – Contêiner de 20 pés.	19
Figura 3 – Contêiner de 40 pés.	20
Figura 4 – Contêiner DRY HIGH CUBE 40 pés	21
Figura 5 – Contêiner REEFER 20 pés.....	21
Figura 6 – Entulhos do canteiro de uma obra em alvenaria.....	24
Figura 7 – Contêiner City I e II	25
Figura 8 – Interior de um dos estúdios do Contêiner City II	25
Figura 9 – Componentes de um contêiner.....	26
Figura 10 – Contêiner sendo empilhado sob outro.	28
Figura 11 - A evolução do uso de contêineres.....	30
Figura 12 – Future Shack, 1985.	31
Figura 13 – Redondo Beach House, 2007	32
Figura 14 – Transformações: a) Adaptação, b) Expansão, c) Organização espacial.....	33
Figura 15 – Casa Contêiner Granja Viana.	34
Figura 16 – Alvenaria de vedação.	37
Figura 17 – Progressão do csto da intervenção em relação ao tempo e etapa de projeto.	39
Figura 18 – Elementos estruturais	41
Figura 19 – a) e b) Parede seccionada para passagem de hidráulica. ...	42
Figura 20 – Casa contêiner elevada do solo.....	44
Figura 21 – Tipos de fundações.	45
Figura 22 – Abertura de vãos.	46
Fonte: Suacasacontainer Figura 23 – Transporte dos contêineres.	46
Figura 24 – Elementos básicos da parede em container e <i>Steel Frame</i>	48
Figura 25 – O uso da luz solar no inverno e verão; ventilação.	51
Figura 26 – a) Ventilação cruzada horizontal. b) Ventilação cruzada vertical.	52
Figura 27 - Portos em atividade na região sudeste do Espírito Santo. ...	57

Figura 28 – Quintal do Contêiner.....	58
Figura 29 – Terreno proposto, em esquina.....	64
Figura 30 – a) e b) Dimensões físicas do terreno de implantação.....	66
Figura 31 – Terreno de implantação.....	67
Figura 32 – Carta Solar para Vitória, Espírito Santo.....	69
Figura 33 – Rosa dos Ventos para Vitória, Espírito Santo.....	69
Figura 34 – Zoneamento bioclimático do Brasil.....	70
Figura 35 – Aberturas (h) em beirais para ventilação.....	71
Figura 36 – Lote básico de insumos.....	79
Figura 37 – Tipologias do projeto-padrão residencial.....	80
Figura 38 – Caracterização dos projetos-padrão.....	80
Figura 39 – Tabela CUB/m ² desonerada correspondente a setembro de 2021.....	81
Figura 40 – Composição CUB/m ²	82
Figura 41 – Casa contêiner de Mirian Bolson.....	83
Figura 42 – Os ambientes da Casa Contêiner de Mirian Bolson.....	84
Figura 43 – Cisternas Verticais.....	85
Figura 44 – Telhado fotovoltaico.....	86
Figura 45 – Metodologia aplicada no cálculo de custos da construção em contêineres.....	90
Figura 46 – O terreno em relação aos possíveis fornecedores no raio de até 60km.....	91
Figura 47 – A aplicação dos isolamentos termoacústicos no projeto. Erro!	
Indicador não definido.	
Figura 48 – Telha sanduiche ou telha termoacústica.....	95
Figura 49 – Valores aplicados a fórmula.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens da construção em contêiner....	29
Tabela 2 – Empresas atuantes no ramo da construção a seco no Espírito Santo.	59
Tabela 3 – Diretrizes projetuais da zona de ocupação controlada (ZOC 02) para o uso residencial unifamiliar.	65
Tabela 4 – Os três métodos orçamentários	74
Tabela 5 – Elementos de vedação.	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE SIGLAS

3TC – Três formas de Transferência de Calor.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CO² - Dióxido de carbono.

CUB - Custo Unitário Básico de Construção.

EPS – 1. Poliestireno; 2. isopor.

HC – 1. High Cube; 2. Caixa alta.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ISO - Organização Internacional de Normalização.

NBR - Norma Brasileira.

PEX - Polietileno reticulado flexível.

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE SIGLAS	9
SUMÁRIO.....	10
INTRODUÇÃO	12
1. CONTÊINERES NA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
1.1 OS CONTÊINERES	16
1.2 A CONSTRUÇÃO EM CONTÊINERES	23
1.2.1 O USO DE CONTÊINERES NA ARQUITETURA	30
2. A CONSTRUÇÃO EM CONTÊINERES COMO ALTERNATIVA A ALVENARIA DE VEDAÇÃO	36
2.1 O METODO TRADICIONAL: ALVENARIA DE VEDAÇÃO	36
2.2 AS ETAPAS DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO COMPARADA A CONSTRUÇÃO EM CONTÊINERES.	40
2.3 LOGISTICA: FATOR DE INFLUÊNCIA NO CUSTO FINAL E VIABILIDADE DO PROJETO.....	50
2.4 CONCEITO: A CASA BAIXO CUSTO SUSTENTÁVEL	51
3. PROPOSTA DE PROJETO.....	55
3.1 A PROPOSTA DE SE CONSTRUIR COM CONTÊINERES.....	55
3.2 A LEGISLAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO UTILIZANDO CONTÊINERES.....	62
3.3 ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO.....	64
3.4 A CASA BAIXO CUSTO SUSTENTÁVEL EM CONTÊINERES...	72
4. ESTIMATIVA DE CUSTOS	73
4.1 SOBRE O LEVANTAMENTO DE CUSTOS.....	73
4.2 MÉTODOLOGIA CUB/m2	77

MULTIVIX

4.3 CUSTO BÁSICO PREVISTO: PROJETO PROPOSTO EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	81
4.4 A ESTIMATIVA DE CUSTO DO PROJETO EM CONTÊINERES	83
4.4.1 LEVANTAMENTO: VALOR DA COMPRA DOS CONTÊINERES.....	91
4.4.2 LEVANTAMENTO: CUSTO BÁSICO TOTAL DAS VEDAÇÕES.....	92
4.4.3 LEVANTAMENTO: CUSTO PREVISTO DA COBERTURA	95
4.4.4 VALOR TOTAL ESTIMADO.....	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERENCIAIS BIBLIOGRAFICOS	99

INTRODUÇÃO

Este trabalho traz como tema a construção residencial em contêineres como alternativa a alvenaria de vedação, principalmente no que se refere a sustentabilidade e a viabilidade econômica de acordo com as condições da Região Metropolitana da Grande Vitória no Estado do Espírito Santo. Em seu desenvolvimento será abordado conceitos que orbitam a arquitetura sustentável e apresentados estratégias que reduzam os custos de obra.

A conscientização acerca da sustentabilidade tem pressionado a construção civil por novas propostas que sejam ambientalmente responsáveis e efetivas. Contudo, ainda hoje ao observarmos uma obra, em alvenaria, nota-se a grande quantidade de resíduos que são produzidos no canteiro sendo essa uma das atividades que mais geram resíduos, além de conhecida por atrasos e custos adicionais provenientes do mau planejamento e má execução.

Neste contexto, o uso de contêineres tem se destacado na arquitetura sustentável nas últimas décadas, isso se dá pelo fato desse tipo de construção poder ser feita em série e utilizar minimamente de recursos como areia, blocos, aço e principalmente de água. A construção em contêineres traz um percentual baixíssimo em termos como a produção de resíduos e desperdícios, além da grande agilidade existente em seu processo construtivo.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto arquitetônico, em nível de estudo preliminar, de uma residência unifamiliar com aproximadamente noventa metros quadrados (90m²) de área construída, utilizando de contêineres em sua estrutura, que seja economicamente viável e mais sustentável se comparado a construção em alvenaria de vedação. Soma-se ainda a este objetivo geral, os objetivos específicos:

- Apresentar a temática da construção em contêineres e características desse método construtivo.
- Levantar dados através de artigos publicados que sustentem a construção em contêineres como alternativa economicamente viável a alvenaria.
- Justificar o implemento deste método construtivo comparando-o a alvenaria no que diz respeito à sustentabilidade, a processos e ao custo unitário básico.
- Empregar técnicas passivas, materiais sustentáveis e, principalmente, o uso de contêineres na estrutura do projeto de uma residência unifamiliar de classe média-baixa, de área construída aproximada de 90m².
- Apresentar o projeto de uma residência unifamiliar com valor estimado de R\$150.000,00 (Cento e cinquenta mil reais) na cotação no ano de 2021 (Dois mil e vinte um).
- Analisar os dados obtidos de modo a compreender a viabilidade da utilização deste método construtivo na Região Metropolitana da Grande Vitória no Estado do Espírito Santo.

Um contêiner por ser uma estrutura coberta e hermética, além de autoportante já tem parte da vedação fundamental de um edifício, sendo assim, reduz processos se comparado a métodos como a alvenaria de vedação. Observando o potencial do material, engenheiros e arquitetos passaram a utilizá-lo na construção civil, de modo que este torna possível uma redução no preço final da obra em cerca de 30%, se comparado a métodos tradicionais. (SCHONARTH, 2013).

Apesar das vantagens observadas através de empreendimentos como a Casa Contêiner Granja Viana, em Cotia, São Paulo ou através de estudos publicados, este método permanece desconhecido pela maioria interessada em construir. É de importância apresentar métodos construtivos que possam ser mais baratos e que tenha maior responsabilidade com o meio-ambiente.

Este trabalho divide-se em cinco capítulos, em que no primeiro capítulo são abordados os conceitos e as características da construção residencial em contêineres, no qual será feita uma revisão histórica acerca do tema e analisado como se deu o uso dos contêineres na arquitetura.

No segundo capítulo definimos a alvenaria e seus principais processos de obra e realiza-se comparativos da construção em contêineres com a mesma de modo a analisar o tempo de construção, a sustentabilidade e o preço. Também são apresentados os princípios essenciais para se ter uma casa baixo custo sustentável atrelados a conceitos da arquitetura passiva.

No terceiro capítulo é justificado através da análise dos levantamentos do segundo capítulo a proposta deste trabalho, que consiste em apresentar um projeto arquitetônico residencial que auxilie na construção de uma casa baixo custo sustentável em contêiner. No terceiro capítulo também é apresentada as diretrizes do projeto arquitetônico proposto, bem como os condicionantes físicos, climáticas e a viabilidade logística da região.

No quarto capítulo é feita a estimativa dos custos que o projeto da casa contêiner terá após finalizado, este será comparado com o valor do projeto caso fosse executado em alvenaria de vedação. Por fim, o capítulo cinco apresenta as considerações finais sobre o tema e suas conclusões.

O tema abordado requer dados já coletados e estudados, para que sejam feitos os levantamentos, comparativos e na aplicação das técnicas necessárias ao projeto, portanto o método bibliográfico em que se procura explicar e propor

a partir de referências teóricas publicadas, irá estruturar o trabalho em três etapas.

A primeira etapa visa a revisão bibliográfica acerca do tema e no levantamento de dados referentes aos comparativos propostos neste trabalho, a sustentabilidade e o preço. É abordado também sobre os conceitos da construção com contêineres e os conceitos da arquitetura passiva de modo a contribuir na educação e na aplicação de suas técnicas no projeto proposto.

A segunda etapa visa o desenvolvimento de um projeto arquitetônico de nível preliminar, em que neste serão aplicados os princípios básicos da construção em contêiner, utilizando de conceitos construtivos que contemplem o projeto. O desenvolvimento é guiado por estratégias sustentáveis da arquitetura bioclimática e passiva, adaptadas para a construção em contêiner. Deste modo, serão descritas as principais técnicas que foram agregadas ao projeto, seguindo os conceitos levantados e considerando os intemperes da Região Metropolitana da Grande Vitória.

Na etapa final, após a apresentação do projeto arquitetônico, será estimado o custo da construção em contêineres e *Steel Frame*, e então comparado ao custo da construção caso utilizado o sistema construtivo em alvenaria, no objetivo de dissertar os resultados obtidos. O valor estimado para a construção em alvenaria será obtido através do método CUB/m², que é regido sob diretrizes da Lei 4.591/64 e normas técnicas da ABNT NBR 12721:2006, no qual se baseia no custo básico por metro quadrado de uma construção em alvenaria atualizados mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil de cada estado via o site www.cub.org.br.

1. CONTÊINERES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo se faz a aproximação do tema central deste trabalho, a construção em contêiner, no qual tem como o objetivo revisar conceitos abordados e direcionados a proposta do projeto. É abordado o contexto histórico acerca da concepção do contêiner como meio de transporte até seu uso na arquitetura, levantando reflexões sobre a viabilidade e sustentabilidade da construção utilizando deste recurso.

1.1 OS CONTÊINERES

Segundo LIMA e SILVA (2015), surge em 1956 uma das invenções mais importantes para a exportação e importação no mundo, facilitando o armazenamento e transporte das cargas no tráfego marítimo, o *contêiner*. Antes disso os navios utilizavam a técnica de carga a granel e levavam cerca de uma semana para serem carregados já que a mercadoria era guardada uma a uma para o transporte.

Malcom Mclean (Figura 1), um empresário norte-americano, nascido na Carolina do Norte possuía um negócio de transportes de carga com um caminhão, com o passar dos anos ele se incomodou com o tempo que levava para carregar e descarregar as mercadorias já que as cargas tinham que ser feitas uma a uma manualmente dentro do veículo, esse tempo lhe tirava a oportunidade de ter mais clientes, foi assim que ele teve a ideia de criar um trailer de tamanho padrão que transportaria várias unidades de carga ao mesmo tempo pelo mar. (LIMA; SILVA, 2015).

Figura 1– Malcon McLean



Fonte: IncoDocs¹

McLean, confiante de que a sua ideia com os *contêineres* daria certo, vendeu a sua empresa de caminhões em 1955 e comprou uma nova empresa, no ramo de navegação. A McLean Trucking Co. foi a empresa que Mclean havia criado nos primeiros anos da década de 1930, juntamente com os irmãos, eram a segunda maior empresa de transporte rodoviário dos EUA em 1955 com somente um caminhão (LIMA; SILMA, 2015).

Nesta época a legislação do Estados Unidos não permitia que um transportador rodoviário tivesse simultaneamente uma empresa de navegação, por esse motivo ele vendeu sua empresa e em janeiro de 1956 comprou dois navios tanques, advindos da segunda guerra mundial, e adaptou-os para transportar os contêineres, o seu navio suportava 58 contêineres, o que provara ser um projeto com redução de custo em relação a outras formas de transportes (LIMA; SILMA, 2015).

Logo após a primeira viagem com o navio militar adaptado, o primeiro navio específico para transporte de contêineres marítimo foi projetado. Foi no dia

¹ Disponível em: <https://incodocs.com/blog/history-of-shipping-container-1956-world-trade/> acesso em junho de 2021.

26 de abril de 1956 que o navio “Ideal X”, navegou com 58 contêineres no seu convés e em junho ele foi acompanhado pelo navio “Maxton”, já com 62 contêineres, no serviço de cabotagem norte-americana, do armador Pan-Atlantic Steamship Company, empresa marítima adquirida por McLean em 1955, até esse momento os contêineres eram de 10 metros, ou 33 pés, diferente dos contêineres utilizados hoje que são de 12 metros (Figura 3) e 6 metros (Figura 2). (LIMA; SILMA, 2015).

Os contêineres revolucionaram todo o mercado global, reduzindo drasticamente o percentual de carga desviada já que agora eram as próprias empresas fabricantes que enchiam os contêineres, impedindo o contato direto do transportador com a mercadoria, além de facilitar as importações e exportações a longa distância, impulsionando a globalização. (LIMA; SILMA, 2015).

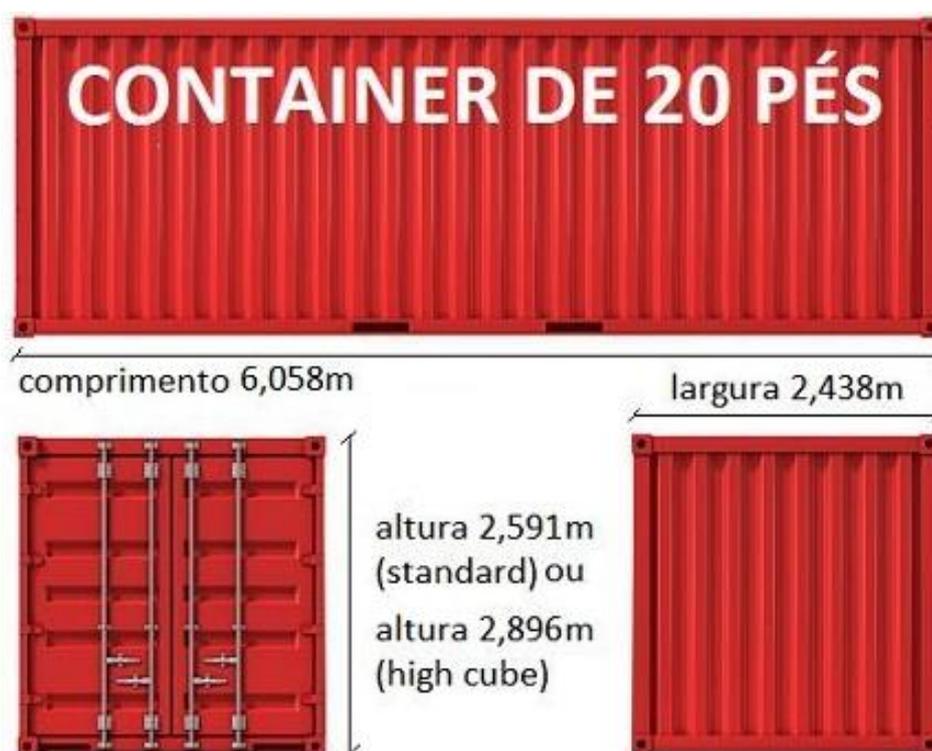
De acordo com Santos (1982), o contêiner deve preencher, entre outros os seguintes requisitos:

- a) Ter caráter permanente e ser resistente para suportar o seu uso repetido;
- b) Ser projetado de forma a facilitar sua movimentação em uma ou mais modalidades de transporte, sem necessidade de descarregar a mercadoria em pontos intermediários;
- c) Ser provido de dispositivos que assegurem facilidade de sua movimentação, particularmente durante a transferência de um veículo para outro, em uma ou mais modalidades de transporte;
- d) Ser projetado de modo a permitir seu fácil enchimento e esvaziamento;
- e) Ter seu interior facilmente acessível à inspeção aduaneira, sem a existência de locais onde se possam ocultar mercadorias; (SANTOS,1982, p.77)

Os contêineres têm seu uso destinado para o transporte de cargas em distancias nacionais e internacionais, sendo utilizado tanto em transportes terrestres quanto marítimos, em outros casos através do transporte aéreo.

Obedecendo as dimensões e características normalizadas pela Organização Internacional de Padronização (*International Organization for Standardization – ISO*) a sua estrutura é construída em aço *corten*, os fechamentos das faces são em chapas corrugadas, sendo que o fechamento superior é projetado para ser capaz de suportar até duzentos quilos (200kg) sem danificar a estrutura quando houver. (GUIA MARÍTIMO, 1996).

Figura 2 – Contêiner de 20 pés.



Fonte: Dicas de Arquitetura²

² Disponível em: <https://dicasdearquitetura.com.br/tipos-e-medidas-de-containers-para-construcao/> acesso em junho de 2021.

Figura 3 – Contêiner de 40 pés.



Fonte: Dicas de Arquitetura³

Devido à altura de 2,86 metros (dois virgula oitenta e seis), os modelos *high cube* (Figura 2 e 3) e são os modelos mais utilizados na arquitetura por proporcionar um pé-direito confortável ao usuário. Kotnik (2008) afirma que na construção civil, dos vários modelos de contêineres existentes adota-se basicamente três modelos comerciais, são eles o *DRY STANDAR*, *DRY HIGH CUBE* e o *REEFER*, sendo eles de 40 (Figura 3) ou 20 pés (Figura 2).

Os modelos REEFER (Figuras 4 e 5) diferem dos demais por serem construídos para a conservação de frios, tendo então isolantes termoacústicos eficientes nos revestimentos, característica interessante ao se projetar

³ Disponível em: <https://dicasdearquitetura.com.br/tipos-e-medidas-de-containers-para-construcao/> acesso em junho de 2021.

ambientes no qual se deseja um alto conforto térmico sem acréscimo de etapas. (KOTNIK, 2008).

Figura 4 – Contêiner DRY HIGH CUBE 40 pés



Fonte: Miya Contêiner⁴

Figura 5 – Contêiner REEFER 20 pés.



Fonte: Miranda Contêiner⁵

⁴ Disponível em: <http://www.miyaintercon.com/dry-van4.html> acesso em junho de 2021.

⁵ Disponível em: <https://mirandacontainer.com.br/container-reefer-refrigerado/> acesso em junho de 2021.

No Brasil, as normas que seguem o sistema da Organização Internacional de Padronização (ISO) e abordam o uso e aplicação dos contêineres estão no quadro 1:

Quadro 1 – Normas Regulamentadoras de Contêineres

NBR 5943:1984 Contêiner - Tipos . Classifica e codifica os tipos de contêineres.
NBR ISO 668:2000 Contêineres Séries 1 - Classificação, Dimensão e Capacidade . Esta Norma especifica a classificação dos contêineres série 1.
NBR ISO 6346:2002 Contêineres de carga - Códigos, identificação e marcação . Esta Norma proporciona um sistema para identificação de informações sobre contêineres de carga.
NBR 7475:2010 Implementos rodoviários - Dispositivos de fixação de contêiner - Requisitos . Esta Norma estabelece os requisitos para o dispositivo de fixação de contêiner do veículo rodoviário porta - contêiner (VPC) e especifica um método de ensaio para determinação da sua resistência.
NBR 9500:2010 Implementos rodoviários - Veículo porta contêiner - Requisitos . Esta Norma estabelece os requisitos de projeto e de verificação da resistência e fixação do contêiner no veículo porta - contêiner (VPC) utilizado no transporte rodoviário.
NBR 9762:2012 Veículo rodoviário de carga – Terminologia . Esta Norma define os termos empregados para os veículos rodoviários de carga.

Fonte: Catálogo da ABNT.

De acordo com Domingos (2014), há muitos tipos de contêineres com base nas dimensões *ISO* padronizadas. Foi desenvolvido múltiplos tipos de contêineres para diferentes cargas como: a granel, peças de materiais, cargas perecíveis, pesados, volumosos ou líquidos. Proporcionando assim o transporte eficiente e íntegro das cargas até seu destino, superando as adversidades de cada tipo de carga e modal.

Os contêineres são projetados para suportar as adversidades que surjam no decorrer do transporte. Seu corpo é feito para que seja capaz de suportar

variações provenientes de grandes choques mecânicos e, no caso do contêiner naval, é também projetado para ser vedado ao exterior. Tais características o torna um item de interesse para a arquitetura.

1.2 A CONSTRUÇÃO EM CONTÊINERES

Ao observarmos uma obra de construção civil, em alvenaria, nota-se a grande quantidade de resíduos que são produzidos no canteiro, sendo essa uma das atividades que mais geram resíduos, além de conhecida por atrasos e custos adicionais provenientes de um mau planejamento e má execução.

A carência de profissionais capacitados torna a construção civil um gerador de custos em reparos e retrabalhos. A economia inicial de recursos financeiros e materiais deixa de ser compensatória, quando os problemas de má execução e mau planejamento forçam a demolição do que foi feito gerando retrabalhos e reconstruções desnecessárias, aumentando também, como apresentado na Figura 6, a produção de resíduos. (ROMANO; PARIS e NEUENFELDT JR., 2014).

De acordo com Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição (Abrecon), o Brasil produz cerca de 84 milhões de metros cúbicos de resíduos de construção civil e demolição por ano. Com tanto entulho produzido, caso fosse reciclado totalmente seria produzido matéria prima suficiente para construir um prédio de dez andares; para 168 mil quilômetros de estradas ou 3,7 milhões de casas populares. Porém, o percentual de reciclagem deste entulho não ultrapassa a marca de cinco por cento (5%). (VGRESIDUOS, 2021).

Figura 6 – Entulhos do canteiro de uma obra em alvenaria.



Fonte: Blog RoyalMaquinas⁶

Face a tais problemas, atualmente a arquitetura busca por alternativas que visam a sustentabilidade, através da eficiência energética, análises bioclimáticas, uso das potencialidades locais como condicionantes de projeto, além do reaproveitamento de materiais que seriam descartados no meio ambiente (ROMANO; PARIS e NEUENFELDT JR., 2014).

Neste contexto, o uso de contêineres tem se destacado na arquitetura sustentável nas últimas décadas, visto que os contêineres passaram a ser utilizados em novas funções, dentre elas, a edificação de residências, lojas, escritórios, museus, dentre outros usos. Isso se dá pelo fato desse tipo de obra utilizar minimamente de recursos como areia, blocos, aço e principalmente de água. Portanto, a construção em contêineres traz um percentual baixíssimo em termos de produção de resíduos e desperdícios. (PASSOS, 2009).

Na década de 1960 surgem as primeiras edificações feitas com contêineres, inicialmente foram usados como abrigos temporários em pós-guerra

⁶ Disponível em: <https://www.royalmaquinas.com.br/blog/descartar-entulho-obra-forma-correta/> acesso em maio de 2021.

ou por desastres naturais, pela sua praticidade e rápida instalação. Apesar das intervenções arquitetônicas acerca do uso de contêineres nos anos descendentes apenas após os anos 2000 os contêineres tornaram-se atrativos em construções de habitação, tendo como marco a construção do Contêiner City na Inglaterra. (PASSOS, 2009).

Figura 7 – Contêiner City I e II



Fonte: Minha Casa Contêiner⁷

Figura 8 – Interior de um dos estúdios do Contêiner City II



Fonte: Minha Casa Contêiner⁸

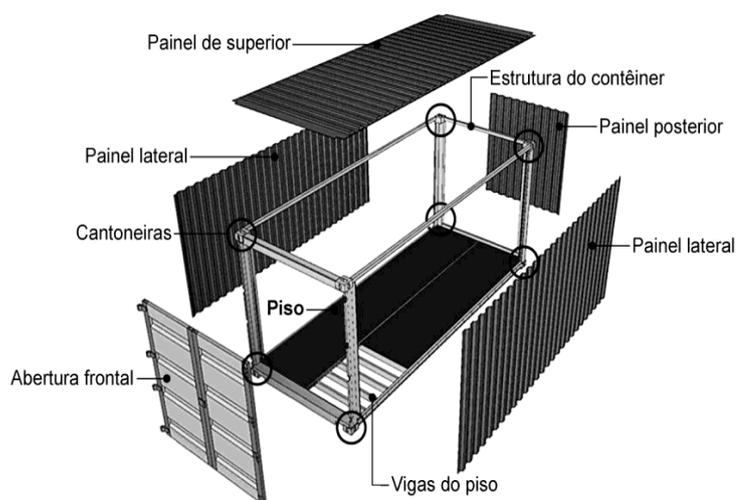
⁷ Disponível em: <https://minhacasacontainer.com/2014/06/04/container-city-e-ii/> acesso em maio de 2021.

⁸ Disponível em: <https://minhacasacontainer.com/2014/06/04/container-city-e-ii/> acesso em junho de 2021.

O Contêiner City 2 (Figura 7 e 8) é composto por contêineres agrupados. O agrupamento dos módulos proporciona espaços internos amplos aos vinte e dois (22) estúdios que juntos totalizam oito mil duzentos e oito metros quadrados (8208m²). A estrutura do edifício é exposta, o material utilizado é exibido de forma industrial deste modo ao entrar a contradição do espaço interno e externo causa surpresa ao usuário quando é notado a semelhança com uma casa tradicional.

Um contêiner por ser uma estrutura coberta e hermética (Figura 4), além de autoportante já tem parte da estrutura e vedação fundamental de uma casa, sendo assim, reduz processos construtivos se comparado a métodos como a alvenaria de vedação. Sua estrutura permite que sejam empilhados em até oito unidades, e tem a capacidade de suportar até vinte cinco toneladas (25t) de carga. Após vinte anos de uso contínuo, o contêiner é destinado para outros fins que não sejam o transporte de produtos. (CARBONARI, 2014)

Figura 9 – Componentes de um contêiner.



Fonte: CARBONARI, Luana (2014)

De acordo com Slawik et al. (2010) a estrutura do contêiner (Figura 9) é composta por oito vigas, sendo quatro inferiores e quatro superiores, que se conectam por meio de pilares posicionados nas esquadrias, formando então a armação intertravada e rígida do container. A conexão das vigas e pilares se dá por meio de cantoneiras que auxiliam no apoio, manuseio e travamento do conjunto.

As faces que formam a volumetria do container apresentam fechamentos em três elementos distintos: o piso, que possui um trilho de conexão intermediário soldado às vigas inferiores e que serve de sustentação para as placas de compensado aparafusadas sobre toda a estrutura do piso; o painel frontal, composto por uma porta de duas folhas equipada com dobradiças soldadas nos pilares de sustentação e os painéis laterais, compostas por chapas de aço galvanizado em forma trapezoidal e de dois milímetros de espessura, superior e posterior, que são soldados nas vigas perimetrais, como apresentado na Figura 9. (SLAWIK et al., 2010)

Observando o potencial do material, engenheiros e arquitetos passaram a utilizá-lo na construção civil, de modo que este torna possível uma redução no custo final da obra em cerca de 30%, se comparado com os métodos tradicionais como a alvenaria de vedação. Há o benefício de redução na duração do tempo de construção, por conta de a estrutura ser autoportante e das vedações já existentes possibilitar que em até três dias tenha a volumetria da construção completa após tratado e adaptado o contêiner conforme o projeto (Figura 10). (SCHONARTH, 2013).

Para que um contêiner seja reutilizado na construção civil é necessário que este seja reformado, nessa etapa são regularizadas e adaptadas as superfícies, além de feita as aberturas dos vãos de acordo com o projeto arquitetônico. No ato da compra do contêiner prioriza se aqueles que apresentam

melhores condições estruturais, este ato promove economia na reforma e agilidade no processo construtivo. (LOPES, LOIOLA e SAMPAIO, 2016).

Figura 10 – Contêiner sendo empilhado sob outro.



Fonte: Cotanet⁹

Ainda assim, o contêiner deve passar por um tratamento antiferrugem e receber uma nova pintura para garantir isolamento do metal contra a ação de agentes externos. No projeto são previstos os isolamentos termico e acustico necessarios às surperficies do contêiner, bem como a passagem dos eletrodutos e instalações hidraulicas embutidos na parede. Espumas, fibra de vidro e seus aglomerantes são alguns do dos isolantes termoacusticos utilizados para se obter o conforto termo-acústico. (LOPES, LOIOLA e SAMPAIO, 2016).

A tabela 1 apresenta as vantagens e desvantagens em construir utilizando contêineres. Ao analisarmos a tabela e verificar todas as vantagens, nota-se que

⁹ Disponível em: <http://www.cotanet.com.br/container-para-obras/container-de-obras-sob-medida> acesso em junho de 2021.

há apenas duas dificuldades ao construir usando contêineres, que são o transporte das unidades, pois acarreta em grandes custos, e a adaptação conforme o projeto. Entretanto, a diversidade de materias possibilita que o custo seja flexível e atenda as necessidades de forma personalizada a cada cliente.

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens da construção em contêiner.

Vantagens
- Diminuição do impacto ambiental gerado pelo entulho
- Economia de recursos naturais durante a obra
- Economia nos custos totais da obra
- Menor geração de resíduos
- Modularidade
- Adaptabilidade
- Versatilidade
- Possibilidade de empilhamento
- Possibilidade de associação de outros materiais
- Possibilidade de associação de tecnologias sustentáveis
- Menor custo na compra do contêiner das cidades portuárias
- Meios de transporte até o local de implantação
- Possibilidade de contaminação com produtos químicos
Desvantagens
- Possibilidade de contaminação com pesticidas
- Grande gasto em combustível para transporte de longas distâncias
- Condutibilidade térmica do contêiner
- Custos consideráveis para adaptação

Fonte: Adaptado de Revista Labor & Engenho¹⁰

¹⁰ ROMANO, L.; DE PARIS, S. R.; NEUENFELDT JÚNIOR, A. L.; 2014

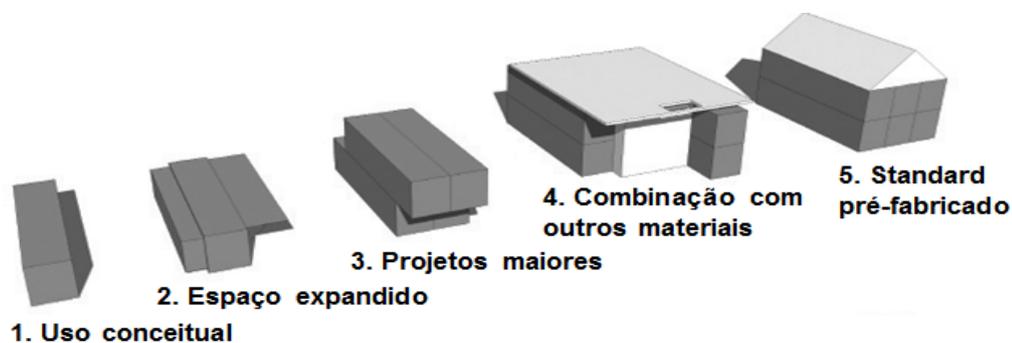
1.2.1 O USO DE CONTÊINERES NA ARQUITETURA

Após a vida útil prevista ao contêiner, estes então eram destinados à depósitos ou descartados de forma irregular. O grande acúmulo de unidades estigou estratégias que trouxessem uso prático a eles. A construção civil atenta nas características técnicas do material e em seu apelo sustentável buscou integrar o uso de contêineres nos projetos arquitetônicos.

Segundo Kotnik (2008), a utilização de contêineres na construção civil se deu de forma gradativa, inicialmente através de arquitetos inovadores que lhe aplicavam o uso conceitual, só então evoluiu como uma alternativa de arquitetura modular com a capacidade de ser produzida em série.

A evolução do uso de contêineres na arquitetura (Figura 11) ocorreu de maneira gradual, sendo as primeiras intervenções focadas no uso conceitual, em que se apresenta a possibilidade de se habitar um contêiner. A necessidade por mais espaço interno trouxe a este conceito estratégias que visam a ampliação do projeto, seja para ampliar o espaço interno ou agregá-lo novas funções.

Figura 11 - A evolução do uso de contêineres.



Fonte: Adaptação de *Contêiner Architecture: this book contains 6441*

Contêineres¹¹

De acordo com Kotnik (2008), os primeiros projetos de arquitetura usando contêineres surgiram como manifestos arquitetônicos e artísticos, trazendo consigo o conceito de que é possível criar um espaço habitável com apenas um contêiner. Um exemplo é o projeto Future Shack (Figura 12) do ano de 1985, este é definido como uma habitação emergencial móvel e adaptável a terrenos irregulares, podendo ser armazenada e transportada em todo o mundo. (CARBONARI, 2015)

Figura 12 – Future Shack, 1985.



Fonte: Seangodsell (2014)

A necessidade por mais espaço fez com que fossem sendo adicionadas nos projetos áreas extras por meio da expansão lateral. Posteriormente, começaram a agrupar os contêineres para produzir espaços internos mais amplos ou mais pavimentos (Figura 13), com tais intervenções se fez necessário a combinação de outros materiais e métodos construtivos como o uso de *Steel/Frame* para o levantamento de divisórias e novos ambientes. (CARBONARI, 2015).

¹¹ KOTNIK, J., 2008.

Na Figura 13, a casa contêiner Redondo Beach House, projetada em 2007 por Peter DeMaria, exemplifica um projeto residencial contemporâneo em contêiner. O projeto utiliza de técnicas construtivas como o *Wood Frame*¹² e concreto armado em sua composição. Entretanto, é o agrupamento dos oito contêineres reciclados que proporcionam grandes espaços internos, compõem a volumetria e estética da residência. Neste projeto, os contêineres foram utilizados como alternativa econômica para a concepção de uma casa imponente.

Figura 13 – Redondo Beach House, 2007



Fonte: Inhabitat¹³

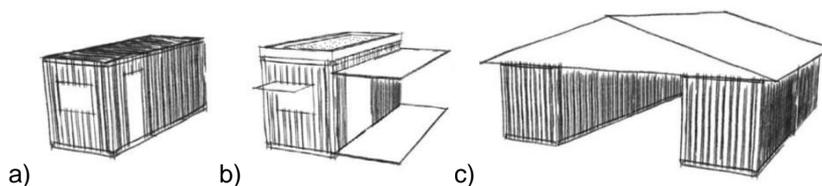
De modo geral, os contêineres podem ser transformados de três maneiras: Por meio de pequenas adaptações em sua envoltória; adicionando outros elementos em seu exterior ou utilizar o contêiner como elemento de organização e delimitação espacial. A Figura 14 mostra esquematicamente essas três formas de transformação dos contêineres. (CARBONARI, 2015).

¹² Wood-frame: É um sistema construtivo com montantes e travessas em madeira revestidos por chapas igualmente feitas de madeira. Fonte: <https://www.escolaengenharia.com.br/wood-frame/> acesso em setembro de 2021.

¹³ Disponível em: <https://inhabitat.com/demaria-shipping-container-house/> acesso em setembro de 2021.

Com relação à estruturação dos contêineres, Kotnik (2008) define que estes podem ser estruturados com as unidades empilhadas formando um todo único ou separadas criando espaços abertos entre elas.

Figura 14 – Transformações: a) Adaptação, b) Expansão, c) Organização espacial



Fonte: CARBONARI, Luana (2014)

No Brasil temos como exemplo a casa Contêiner Granja Viana (Figura 15) que conta com cento e noventa e seis metros quadrados (196m²) construídos e alto desempenho térmico e energético. Segundo o escritório responsável pelo projeto, Contêiner Box, a casa é classificada como sustentável desde o canteiro de obras.

A construção fica localizada em um condomínio residencial na Granja Viana, em Cotia (SP), trata-se de uma residência unifamiliar composta por quatro contêineres High Cube (HC) de 40 pés (12 metros) dispostos de modo que haja dois pavimentos. São três quartos, sala de estar, sala de jantar e cozinha gourmet integradas, escritório, três banheiros, área de serviço, garagem coberta e varandas.

Os projetos atuais com contêineres não estão limitados a propostas conceituais, a preocupação com o meio ambiente faz com que se procure mais eficiência no uso de recursos como um todo. Há uma mescla nas técnicas construtivas, isso se dá pela busca constante pela forma mais sustentável, econômica e rápida de se construir.

Figura 15 – Casa Contêiner Granja Viana.



Fonte: ArchDaily¹⁴

A metodologia construtiva em contêineres é caracterizada por ser racional, devido a padronização nos tamanhos e o material ter características industriais, sendo assim comparável a arquitetura modular. O projeto que utiliza de contêineres deve se atentar as particularidades do material como dimensão e capacidade. (KEELER e BURKE, 2010).

O processo construtivo é similar ao método projetual de construções em *Steel Frame*, que necessita de um projeto arquitetônico bem detalhado e especificado para evitar problemas com adequações após o início da obra evitando assim que haja custos imprevistos, geralmente altos, quanto ao projeto. (KEELER e BURKE, 2010).

A construção em contêiner permite que sejam incorporadas soluções sustentáveis ao projeto, utilizando das mesmas capacidades projetuais do método construtivo *Steel Frame*, são elas:

¹⁴ Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/800283/casa-container-granja-viana-container-box> acesso em junho de 2021.

- **Captação de água pluvial;** que proporciona economia no uso da água em descargas, na jardinagem e na área de serviço e demais usos excluindo o consumo e cocção.
- **Ventilação cruzada;** otimizando a refrigeração e renovação do ar, prevenindo contra doenças respiratórias.
- **Telhado verde;** que auxilia no isolamento térmico da cobertura.
- **Telhas térmicas tipo sanduíche;** para melhor desempenho térmico da cobertura;
- **Paredes e forros no método *Steel Frame*;** com fechamento em chapas de OSB ou gesso acartonado com isolamento em que podem ser feitas de EPS, lã de pet, lã de vidro ou lã de rocha, para melhor desempenho térmico;
- **Uso de aquecimento solar;** com maior capacidade de associação a outros métodos como o aquecimento a gás ou elétrico.

2. A CONSTRUÇÃO EM CONTÊINERES COMO ALTERNATIVA A ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Neste capítulo é definido a alvenaria de vedação tradicional e suas principais etapas, bem como as etapas pertinentes a construção utilizando contêineres. Este capítulo tem como objetivo comparar quanto a processos e a sustentabilidade de entre os dois métodos construtivos. E então, sobre a logística que a construção em contêiner requer para seja uma alternativa viável de projeto. Por fim, é apresentado o conceito de *casa baixo custo sustentável*.

2.1 O METODO TRADICIONAL: ALVENARIA DE VEDAÇÃO

O sistema construtivo em alvenaria assume, basicamente, duas maneiras de se edificar, utilizando de processos construtivos distintos entre si, são elas a alvenaria estrutural e a alvenaria de vedação. Sem grandes pormenores, a alvenaria estrutural se diferencia da alvenaria de vedação principalmente por seu processo construtivo utilizar dos fechamentos para a função estrutural e não apenas como função de vedação, dispensando assim o uso de pilares e vigas.

A técnica construtiva que se aplica a alvenaria de vedação consiste em um conjunto de blocos artificiais ou componentes naturais organizados de maneira sistemática, unidos por uma argamassa ou não, constituindo um corpo solido que apresenta resistência, durabilidade e impenetrabilidade. (ARAÚJO, 1995).

A alvenaria de vedação é designada a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas (Figura 16). Nas construção em concreto armado, as mais comuns, a vedação se encontra entre os pilares e vigas que compõem a estrutura. A parede de

alvenaria é composta por blocos cerâmicos dispostos de forma sistêmica para garantir estabilidade e suportar o peso próprio e cargas de uso, como armários, objetos fixados entre outros. (THOMAZ et al. 2009).

Figura 16 – Alvenaria de vedação.



Fonte: Escola Engenharia¹⁵

A alvenaria quando projetada com finalidade de vedação, sem função estrutural, deve possuir as características técnicas e exigências impostas pelas normas regulamentadoras, dentre as quais se destacam: (CHING; ADAMS, 2001 e MARTINS, 2009)

- **Impermeabilidade e proteção mecânica;**
- **Isolamento térmico;**
- **Isolamento acústico;**
- **Segurança ao contato;**
- **Solidez e praticidade de manutenção.**

¹⁵ Artigo de 16 de janeiro de 2019 disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/> acesso em agosto de 2021.

No que diz respeito aos blocos utilizados nas obras, estes correspondem a cerca de 85% a 95% do volume da alvenaria e definem as principais características de desempenho, projeto e na execução da construção. (SABBATINI, 2002). A soma do peso dos milhares de blocos cerâmicos, argamassa de assentamento e revestimento utilizado para a vedação agrega toneladas a carga da própria edificação, sendo que para cada metro cúbico de vedação se tem a carga própria de 1300kg (Mil e trezentos quilos) determinados com base na ABNT NBR 6120:1980.

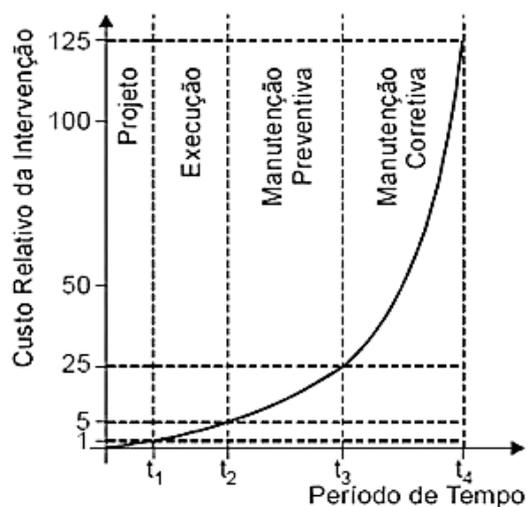
As paredes de alvenaria são os elementos mais empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, sendo esse responsável por parcelas expressivas do desperdício verificado nas obras de construção civil, parte do resultado vem das perdas de blocos cerâmicos alcançarem níveis de até 20% (vinte por cento) da quantia total adquirida. (AGOPYAN et al., 2009).

De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), a construção civil, em alvenaria, é responsável por grande parte do consumo de água potável do mundo, chegando a ser responsável por cinquenta por cento (50%) do consumo de água em áreas urbanas. A construção utilizando contêineres é seca, tem uso inexistente do recurso se comparada ao uso praticado pela alvenaria, tornando assim uma alternativa de menor impacto ambiental.

Apesar das facilidades de se encontrar mão de obra para a alvenaria, o que pode fazer com que seu custo seja menor se comparado ao valor da mão de obra especializada utilizada nas construções em contêineres, há maiores riscos de haver falhas nas execuções de processos intercalados e por consequência o acréscimo de retrabalhos no custo previsto.

As alterações também se tornam mais caras ou até inviáveis dependendo da etapa que se encontra a obra, ocorrendo assim a progressão da Lei de Sitter, como representada na Figura 17.

Figura 17 – Progressão do custo da intervenção em relação ao tempo e etapa de projeto.



Fonte: Vitruvius¹⁶

“Se a manutenção não for realizada, serão necessários reparos equivalentes a cinco vezes os custos de manutenção. Por sua vez, se os reparos não forem efetuados, as despesas de renovação podem atingir cinco vezes o custo de reparo.” (Vanier, National Research Council Canada, 2001)

A correção de algum elemento na fase de execução custa cinco vezes mais se não adotada durante a fase de projeto. Esta, por sua vez, seria mais onerosa ainda se fosse adotada após a conclusão da obra. A informalidade na construção civil brasileira submete as construções a custos que são evitáveis ou perigos desnecessários, prejudicando diretamente o seu bom-uso e custo final.

¹⁶ Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/19.220/7211> acesso em setembro de 2021.

2.2 AS ETAPAS DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO COMPARADA A CONSTRUÇÃO EM CONTÊINERES.

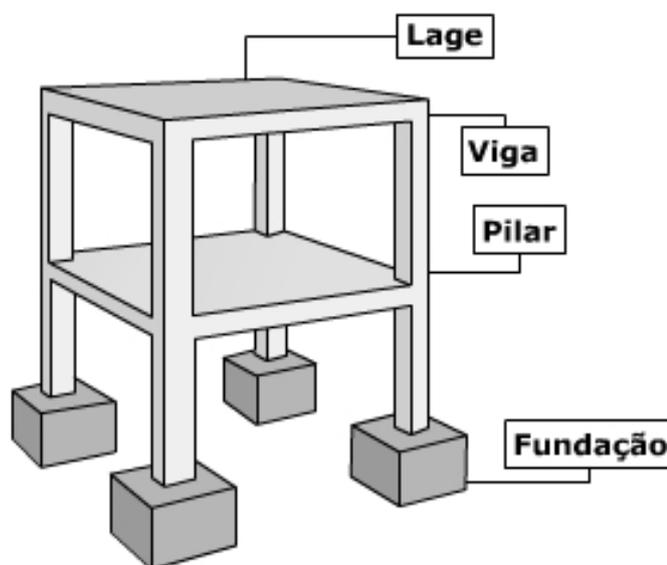
A competitividade é o grande estímulo para que as empresas invistam na modernização de seus processos, de modo a obterem aumento na produtividade dos serviços, a diminuição da rotatividade da mão-de-obra, a redução do retrabalho e a eliminação de falhas pós entrega e, por consequência, a redução dos custos de produção (ANDRADE, 2005; COSTA, 2005; SOUZA, 2005).

Após feita uma revisão bibliográfica, utilizando de normas técnicas e artigos publicados. Verifica-se que as etapas na alvenaria de vedação ocorrem em ordem específica no qual constituem-se em fundação, superestrutura (pilares, vigas, alvenaria), sistemas elétricos e hidráulicos, cobertura e por fim o acabamento. Ou seja, exceto pela fase comum a todos métodos construtivos, a topografia, responsável pelo estudo e preparo do solo, a alvenaria de modo geral é organizada em quatro etapas:

- 1- **Estrutura:** Oferece sustentação e estabilidade; os elementos estruturais (Figura 18) são compostos por concreto armado, dimensionados a partir do cálculo estrutural das cargas e dos momentos fletores sob eles. Essa etapa é composta pelas seguintes fases, executadas na ordem:
 - I. **Fundação:** Estrutura responsável por transmitir as cargas da construção para o solo, sendo os modelos sapata, radier e estaca os mais comuns.
 - II. **Pilares:** Estrutura de suporte vertical, em concreto armado.
 - III. **Vigas:** Estrutura de suporte horizontal, em concreto armado.

- IV. **Laje:** Estrutura de suporte em área, há diversos sistemas de laje sendo a laje maciça e a pré-fabricada com poliestireno (EPS) mais utilizadas no Brasil.
- 2- **Alvenaria:** Sistema de fechamento de vãos entre vigas e pilares utilizando blocos cerâmicos.
- 3- **Cobertura:** Sistema de cobertura, geralmente em telhado, podendo ser de diversos tipos e materiais como fibrocimento, concreto, cerâmica, alumínio, chapa galvanizada, entre outros.
- 4- **Acabamento:** Junção de diversos serviços de caráter estético como arremates, esquadrias, revestimentos de superfícies e iluminação. (SABBATINI, 2002; ANDRADE, 2005; COSTA, 2005; SOUZA, 2005; THOMAZ, 2009)

Figura 18 – Elementos estruturais



Fonte: Educacional¹⁷

Segundo Thomaz (2009) na construção em alvenaria é frequente a baixa ou pouca qualificação da mão de obra, o que interfere diretamente na qualidade e tempo de execução, sendo essa uma das maiores causas de retrabalhos e desperdícios. Os desperdícios são perceptíveis no ato de seccionar paredes assentadas (Figura 19) para a passagem de tubulações ou eletrodutos e na quebra de blocos e cerâmicas no transporte, armazenamento ou execução.

Figura 19 – a) e b) Parede seccionada para passagem de hidráulica.

a) Na execução da obra:



b) Após o acabamento:



Fonte: Steel Frame Brasil¹⁸

¹⁸ Disponível em: <http://steelframebrasil.com.br/como-fazer-manutencoes-numa-parede-de-steel-frame/> acesso em setembro de 2021.

Thomaz (2009) também aponta que a falta de controle na execução e a falta de planejamento podem ocasionar problemas que serão verificáveis apenas na etapa de acabamento em que o custo para se corrigir torna-se elevado. A construção não se restringe ao custo do fim da obra devido a soma constante dos custos referentes aos retrabalhos.

Conforme Soares (2002) grande parte da indústria cerâmica brasileira possuía processos artesanais na produção de blocos cerâmicos, cenário que ainda é persistente na atualidade (2021). As principais causas são a baixa utilização de tecnologia, a falta de padronização de produtos e a inadequada utilização de equipamentos e técnicas de produção e dentre outras. Apesar da racionalização da NBR 7171:1992, na qual aborda sobre o bloco cerâmico, a produção de blocos segue na sua maior parte artesanal senão informal, provocando assim o mal desempenho e a redução da vida útil da edificação.

A construção civil do Brasil apresenta falhas em sua produtividade, nos seguintes aspectos: falta de padronização e não conformidade dos materiais; pouca utilização da tecnologia da informação e a utilização mínima de equipamentos que auxiliam o aumento da produtividade (MELLO e AMORIM, 2009). Há também a tendência de se optar por profissionais de baixa capacitação, aqueles que afirmam dominar o método construtivo, sendo esse o maior desafio ao se propor um novo método.

Diferente das construções em alvenaria, na qual é possível edificar tendo pouco conhecimento do método, a utilização de contêineres requer conhecimento de nível técnico na execução de suas etapas. No caso da construção em contêineres muitas das etapas que exigem o uso intenso da mão de obra existentes nos processos da alvenaria de vedação não estão presentes na construção em container. Segundo Carbonari (2015, p. 76):

A padronização dimensional dos módulos é uma facilidade agregada ao sistema construtivo com contêineres ISO e sua praticidade de

conexão estrutural possibilita a construção em etapas, o que resulta em uma grande capacidade evolutiva do projeto.

A casa em container não entra em contato com o solo (Figura 20), isso faz com que intervenções no terreno sejam descartadas quando utilizada a fundação elevada, geralmente de base circular. O distanciamento do solo permite que o terreno tenha alta taxa de permeabilidade além de permitir que sejam feitas manutenções hidráulicas ou elétricas sem a produção de entulhos e grandes custos. (KEELER e BURKE, 2010).

É recomendado que a distancia da construção ao solo parta de sessenta centímetros (60cm) no caso do uso de fundações do tipo pilaretes, sendo essa a mais utilizada devido sua praticidade e baixa intervenção ao solo. Entretanto, o uso de estacas ou radier é comum (Figura 21) visto que estas também evitam o contato direto com o solo. (SLAWIK *et al.*, 2010; CARBONARI, 2015).

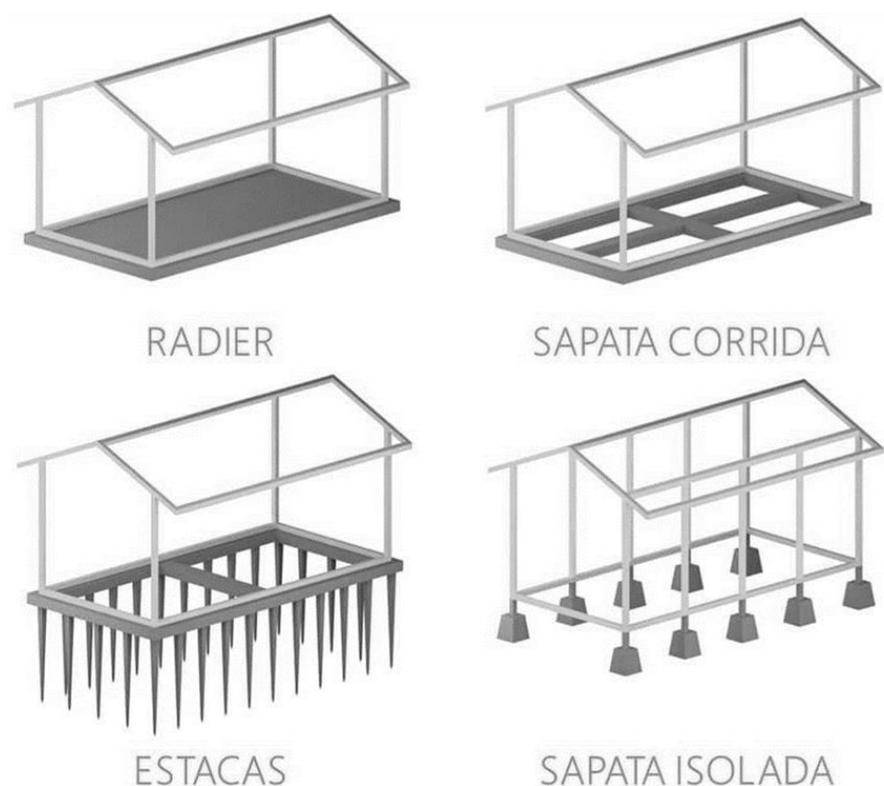
Figura 20 – Casa contêiner elevada do solo.



Fonte: Bioretro¹⁹

¹⁹ Disponível em: <https://bioretro.eco.br/casa-container-a-casa-do-futuro/> acesso em setembro de 2021.

Figura 21 – Tipos de fundações.



Fonte: Adaptado do perfil social de Estúdio Pitaya.

Ao interpretarmos as bibliografias acerca do sistema construtivo utilizando contêineres podemos organizar as etapas construtivas em quatro etapas. Sendo a etapa responsável pela fundação a única cujo é necessário o uso de concreto armado e devido a isso é independente das demais etapas, são as quatro etapas, em ordem:

1. **Preparo e adaptação do container:** Nesta etapa são feitos reparos e o tratamento do container, adiante são feitos em ordem, de acordo com o projeto: abertura de vãos (Figura 22); estruturação em Steel Frame e a instalação dos pontos hidráulicos e elétricos.

2. **Fundação:** Ocorre no terreno, em paralelo a etapa de preparo do container, assim que é finalizada ocorre a **acoplagem** (Figura 10) das cantoneiras nos pontos de fixação da fundação através de um caminhão munck ou guindaste no caso de terrenos de difícil acesso (Figura 10 e 23).
3. **Isolamento e acabamento:** Após as tubulações e eledrodutos serem instalados é feito o isolamento termoacustico com o material de escolha assim como o acabamento em geral. O acabamento restringe-se em ocorrer após a estrutura estar acoplada a fundação.
4. **Cobertura:** Estrutura adicional anexada à construção em container. Ultima etapa da construção devido a estrutura em container ser coberto e hermetico e, portanto seu uso ser facultativo. (KOTNIK, 2005; SLAWIK et al., 2010; CARBONARI, 2015; LOPES, LOIOLA e SAMPAIO, 2016).

Figura 22 – Abertura de vãos.



Fonte: Suacasacontainer²⁰

²⁰ Disponível em: <https://www.suacasacontainer.com.br/post/serralheria-abertura-de-vão-de-porta-e-janelas> acesso em setembro de 2021.

Figura 23 – Transporte dos contêineres.

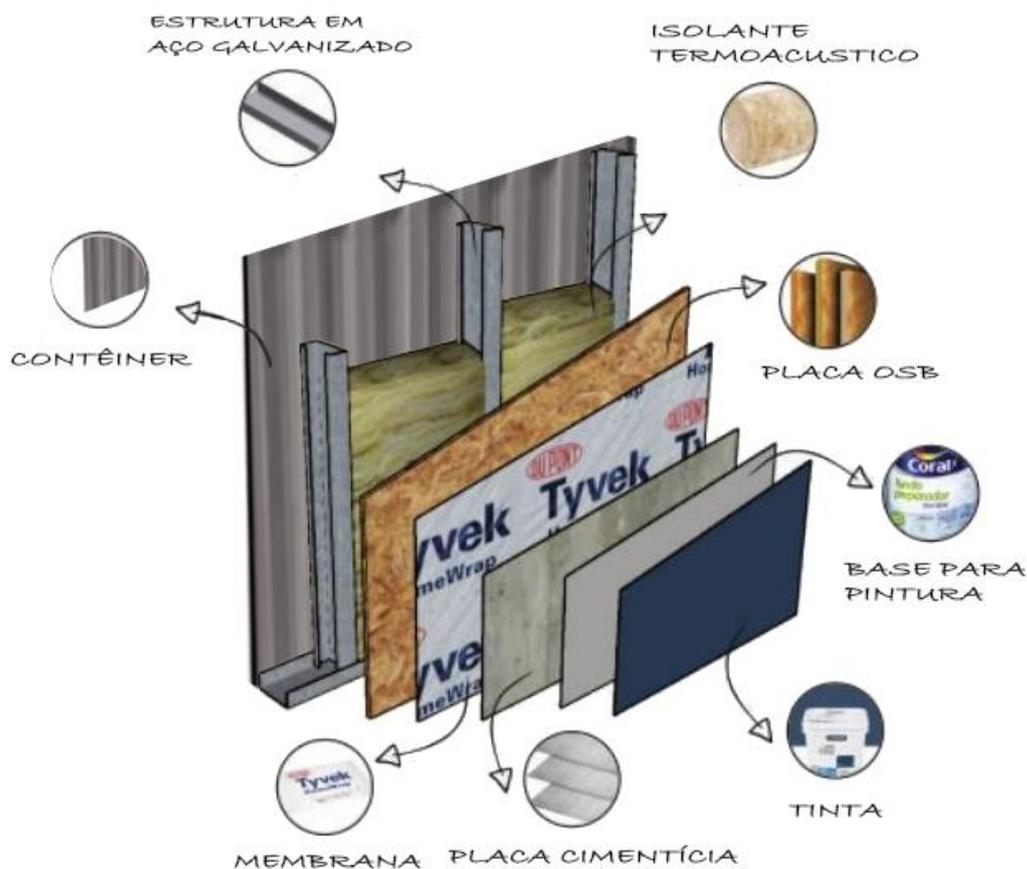


Fonte: Compass²¹

A Figura 24 a seguir exemplifica os materiais e etapas necessários a adequação do contêiner quanto ao isolamento e acabamento. Nota-se ao analisar a figura que a estrutura do *Steel Frame* é utilizada para agregar a estrutura da construção e para a aplicação dos demais materiais à estrutura, sendo executados na sequência: Estrutura em aço galvanizado, Isolamento termoacústico, placas de OSB, membrana, placa cimentícia e pintura.

²¹ Disponível em: <https://www.compass.com.br/blog/7-vantagens-do-container-flexibilidade-de-movimentacao-e-transporte> acesso em setembro de 2021.

Figura 24 – Elementos básicos da parede em container e *Steel Frame*.



Fonte: Autor.

Definido o projeto arquitetônico a execução da obra em container é rápida. O container é preparado pela empresa especializada escolhida, sendo assim a mão de obra passa a ter critérios de qualidade garantidos pela mesma nos processos de execução. O método construtivo é beneficiado pelas agilidades proporcionadas pelo *Steel Frame*, além da grande variedade de materiais oferecidos. Segundo Lopes; Niedzwiedzki; Barauna (2018, p.11):

Nessa etapa o contêiner está 80% a 90% pronto e somente nesta etapa é deslocado em carreta ao seu destino para instalação. Cada carreta pode transportar um contêiner de 40 pés ou dois contêineres de 20

pés. Não há limite de distância para enviar os contêineres, mas o custo cresce em função do quilômetro rodado.

Ao chegar no terreno, é feito o descarregamento por caminhão munck ou guindaste, dependendo do espaço disponível para acesso ao terreno. As acoplagens são feitas através de soldagem e fixação com elementos específicos e feita por cada vez, ou seja é fixada uma unidade por vez sempre atentando ao alinhamento e encaixe dos módulos. (LOPES; NIEDZWIEDZKI; BARAUNA, 2018).

E então, se dá início ao acabamento, com assentamento do revestimento de piso em porcelanatos, laminados, vinílicos ou cerâmicos e também a pintura interna, fixação das esquadrias e a instalação de luminárias e peças hidráulicas. (UP CONTÊINERES, 2017).

A cobertura na construção em container é um item adicional e opcional, porem é comum o uso da cobertura para a implementação de tecnologias sustentáveis e que traga retorno ao usuário, como o uso de telhado verde, placas fotovoltaicas ou a captação de água chuva. Tais estratégias proporcionam maior aproveitamento dos recursos naturais, influenciando de maneira direta no conforto dos residentes quando utilizado o telhado verde para elevar o conforto termoacústico, o aquecimento da água da chuva captada para o banho ou nos ganhos indiretos que a placa fotovoltaica retorna no médio e longo prazo.

Analisados ambos os métodos construtivos nota-se que apesar de terem a mesma quantidade de etapas, a forma com que elas se relacionam é diferente em cada método. Na alvenaria, a etapa responsável pela estrutura da edificação é composta por diversas fases que devem ser executadas em ordem, o que provoca a estagnação das demais etapas, além de requerer muitos recursos e mão de obra.

A etapa correspondente na construção em container restringe em apenas adapta-lo ao projeto visto que toda estrutura portante necessária já é existente

no corpo do container, resultando assim em uma obra além de rápida, limpa e seca quase independente de recursos como cimento, blocos cerâmicos ou agregados. A necessidade de um projeto arquitetônico na construção em contêineres reduz retrabalhos e a falta de planejamento visto que é fundamental para o andamento do projeto.

2.3 LOGÍSTICA: FATOR DE INFLUÊNCIA NO CUSTO FINAL E VIABILIDADE DO PROJETO

Antes da utilização dos contêineres na construção deve-se considerar a distância a ser transportado e o equipamento necessário a acoplagem, pois os custos com o deslocamento do ponto de venda à obra e o aluguel das máquinas para a montagem da estrutura podem encarecer a construção a ponto de inviabilizar todo o projeto.

O maquinário usado para o manuseio e transporte dos módulos interferem no fluxo viário próximo ao terreno e na concepção do canteiro de obras por conta do espaço necessário a manobra. O aluguel é calculado por dia trabalhado e o transporte é realizado através de uma carreta de três eixos ou com mais de treze metros de comprimento e o descarregamento com guindaste ou caminhão tipo Munck (Figura 23), a maneira depende do acesso que se tem ao lote (SLAWIK et al., 2010; CARBONARI, 2015).

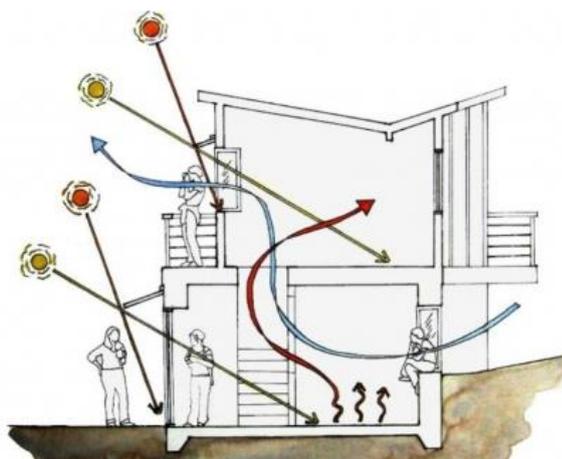
A distância do destino até o ponto de venda mais próximo deve ser considerada ao se adquirir o contêiner, bem como a capacidade de manobra da região a ser construída. Para que seja efetivado com sucesso é necessário que haja na região uma empresa ou escritório especializado neste tipo de construção, caso contrário é inviável se construir utilizando contêineres.

2.4 CONCEITO: A CASA BAIXO CUSTO SUSTENTÁVEL

A *casa baixo custo sustentável* pode ser definida por uma junção de conceitos que buscam a eficiência energética, o menor impacto ao meio ambiente, o uso inteligente dos recursos e o menor custo em sua construção. Utiliza das agilidades e os conhecimentos de diversas disciplinas, assim como as interações de diferentes sistemas construtivos para oferecer, com sinergia, uma edificação mais eficiente e ecologicamente responsável. (KWOK, GRONZIK, 2013).

Conceitos como a *arquitetura passiva*²² e bioclimática são inseridos nos projetos contemporâneos que buscam pelo conforto passivo e o menor consumo de energia elétrica mediante a ações que ofereçam melhor aproveitamento da luz solar e a ventilação natural, como exemplificado na Figura 25:

Figura 25 – O uso da luz solar no inverno e verão; ventilação.



Fonte: Arqcoop²³

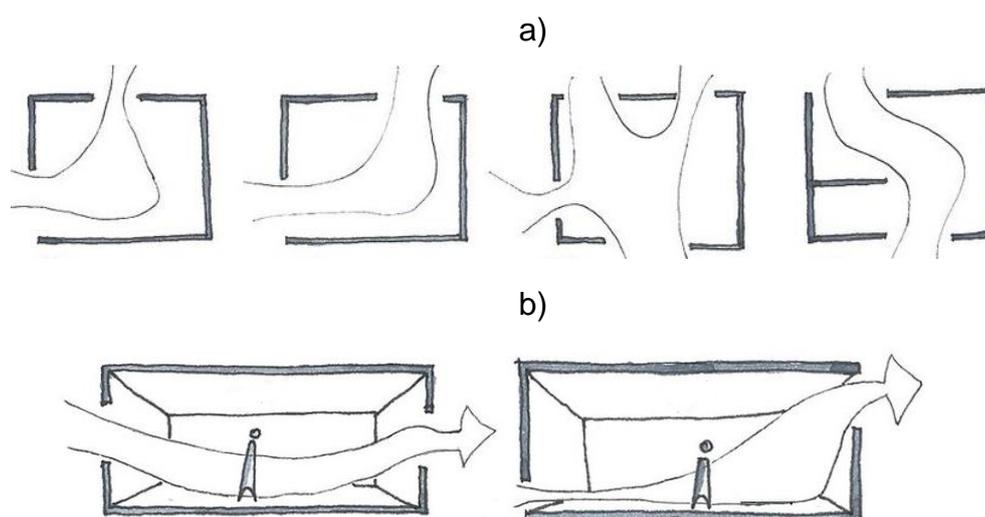
²² **Arquitetura Passiva:** Consiste no aquecimento e a refrigeração por meio de mecanismos simples e de baixo custo energético. AMAGAI, 2021.

²³ Disponível em: <https://www.arqcoop.com/ventilacao-natural/> acesso em junho de 2021.

O conforto atingido através das estratégias da *arquitetura bioclimática*²⁴ permite que o residente não tenha a necessidade real de equipamentos elétricos. A economia já parte da redução ou na falta da necessidade do uso de ar-condicionado, ventiladores ou de iluminação artificial em períodos diurnos, o que conseqüentemente resulta na economia da energia elétrica. (HENRIQUES, 2017).

Na Figura 26 se faz a relação das aberturas com a ventilação nos diversos ambientes, no qual é possível compreender o comportamento da circulação dos ventos. A ventilação cruzada é uma estratégia bioclimática, estes são modelos testados em que é exibido a disposição recomendada das aberturas para o máximo aproveitamento da ventilação interna, conforme a necessidade do ambiente.

Figura 26 – a) Ventilação cruzada horizontal. b) Ventilação cruzada vertical.



Fonte: Autor

²⁴ **Arquitetura Bioclimática:** Consiste em conceber as edificações baseando-se no clima local a fim de proporcionar conforto térmico aproveitando dos meios naturais, assim como a integração estética ao ambiente circundante. IBERDROLA, 2021.

Não se constrói exclusivamente para se atender as exigências de segurança e conforto dos usuários das edificações, é importante que ao conceber o projeto se pense em um meio ambiente adepto para um crescimento social sustentável. (HERTZ, 2003).

Para que seja elaborado um projeto arquitetônico eficiente deve-se levar em primeira instancia os condicionantes físicos e climáticos do local onde será implantada a construção. Ou seja, um projeto arquitetônico eficiente é aquele que utiliza do entorno para se adquirir o conforto. (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Através de um desenho consciente é possível equilibrar a relação de consumo energético e conforto térmico desejados. É possível adaptar a forma de construir de maneira a criar condições confortáveis dentro dos edifícios com uso modesto dos recursos naturais disponíveis. Pressupõe-se que um edifício bem projetado proporcionará conforto térmico durante todo o ano ao mesmo tempo que o seu consumo energético é moderado. (HENRIQUES, 2017, p. 11).

A casa baixo custo sustentável é um projeto eficiente de baixo custo e por consequência sustentável. A eficiência do projeto sustentável está no melhor aproveitamento dos recursos naturais, seja na etapa em que se constrói e ou durante a vida útil da construção. A capacidade de refrigeração através das correntes de vento e o uso inteligente da irradiação solar para a produção de calor, iluminação e energia, bem como o reuso de água cinza e da chuva são algumas das estratégias norteadoras utilizadas em projeto.

De acordo com Henriques (2017, p. 11), há quatro fatores que afetam diretamente e determinam a resposta da construção mediante às condicionantes externas ao mesmo tempo que garantem a sua eficiência energética e conforto térmico aos residentes. São elas:

1. **A localização;** em que se projeta considerando a morfologia do terreno e o clima da região.
2. **A orientação da forma arquitetônica;** que proporciona conforto térmico de baixo consumo energético através da forma e distribuição dos ambientes, extraindo o melhor uso dos ventos e da luz solar.
3. **A envolvente do edifício;** no qual trata da estanqueidade, impermeabilização, isolamento térmico e o acabamento da edificação.
4. **O uso de energia;** em que se projeta buscando o menor consumo e maior aproveitamento da luz solar com sistemas de ganhos diretos²⁵ ou indiretos²⁶. Os painéis fotovoltaicos, por exemplo, são soluções de ganho energético indireto, eles reduzem os gastos económicos proporcionando maior economia e impacto ambiental no médio e longo prazo.

Os custos dos projetos sustentáveis são menores se comparados aos convencionais, seja no médio ou longo prazo, geralmente em ambos os casos. Isso se dá pela busca constante por novas tecnologias que promovem o uso inteligente dos recursos. Métodos construtivos que tenham menor impacto ao meio ambiente, que reduzam etapas e evitem retrabalhos são os visados ao se projetar uma casa de baixo custo sustentável.

²⁵ **Sistema de Ganhos Diretos:** É quando o projeto é aquecido e energizado pela luz direta do sol atingindo sua superfície (através de uma fachada de vidro, por exemplo). Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/920242/como-aplicar-solucoes-solares-passivas-em-seus-projetos-de-arquitetura> acesso em junho de 2021.

²⁶ **Sistema de Ganhos Indiretos:** É quando a luz do sol atinge uma superfície alternativa, sendo absorvida e convertida em energia elétrica ou térmica quando transferida para o espaço (por exemplo, uma parede de alvenaria absorve a luz solar e transporta o calor absorvido para o espaço interno). Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/920242/como-aplicar-solucoes-solares-passivas-em-seus-projetos-de-arquitetura> acesso em junho de 2021.

3. PROPOSTA DE PROJETO

Este capítulo se propõe apresentar e analisar o projeto arquitetônico em contêineres baseando-se na revisão bibliográfica feita até o momento. São definidas as diretrizes e o estudo do local de implantação da proposta. É abordado também sobre os processos legislativos para se construir utilizando contêineres e o programa de necessidades do projeto. Ao fim deste capítulo é apresentado o projeto proposto.

3.1 A PROPOSTA DE SE CONSTRUIR COM CONTÊINERES

A alvenaria convencional ainda persiste no Brasil como método predominante na construção civil. Entretanto, novos métodos construtivos são criados e aperfeiçoados no objetivo de potencializar a economia e o conforto, utilizando da sustentabilidade como norte. Denominada de construção “a seco” por conta da pouca ou nenhuma necessidade de água em seus processos, podemos citar o *Steel Frame* já abordado nos capítulos anteriores como um dos novos métodos sustentáveis.

A construção a seco utiliza estruturas de aço galvanizado, isolantes e placas de vedação e quando agregado a uma estrutura autoportante, o contêiner, o método torna-se mais sustentável ao eliminar etapas. A junção do contêiner ao método *Steel Frame* proporciona ao usuário diversas estratégias quanto a sua construção, podendo este configurá-la de modo que melhor atenda seu orçamento, resultado da diversidade de materiais oferecidos pelo mercado.

Na construção íntegra em *Steel Frame* necessita que seja construída toda a estrutura e revestimento necessário à vedação, demandando mais tempo e

tendo maior custo quando este método não se utiliza do contêiner para a definição da estrutura do projeto.

Além do uso irrisório de água em seu processo construtivo, a utilização dos contêineres reduz de maneira drástica a necessidade de blocos, agregados, cimento, areia e ferragens, itens que juntos compõem grande parte do orçamento da construção caso feita em alvenaria (PASSOS, 2009). Em projeto, exceto na fundação da edificação, é possível extinguir o uso desses materiais.

Entretanto a construção em contêineres, apesar de suas vantagens ao usuário e com o meio ambiente, pode tornar-se inviável caso a distância de seu ponto de origem até o canteiro de obras for interestadual ou de difícil acesso, o qual é resultado do alto custo do aluguel das máquinas necessárias a logística.

Deve-se atentar se a entrega está inclusa no ato da compra do contêiner, caso não esteja é necessário contratar o traslado a parte, de qualquer modo o valor cobrado para o traslado do contêiner até o destino é calculado através da quilometragem, cabe ressaltar que cada carreta de 3 eixos pode carregar um contêiner de 40 pés (12m) ou até dois contêineres de 20 pés (6m) (CARBONARI, 2015).

O substituto desses custos com materiais de alvenaria na construção em contêiner é a serralheria necessária a reestruturação e adaptação ao projeto. Portanto, quando se projeta, é recomendado dispor os contêineres de modo que evite grandes alterações em sua estrutura, assim é possível manter o custo baixo da construção. Com as partes retiradas é possível reaproveitá-las na própria estrutura da construção, como por exemplo na confecção de beirais ou calhas, e até mesmo vende-las para se obter retorno financeiro.

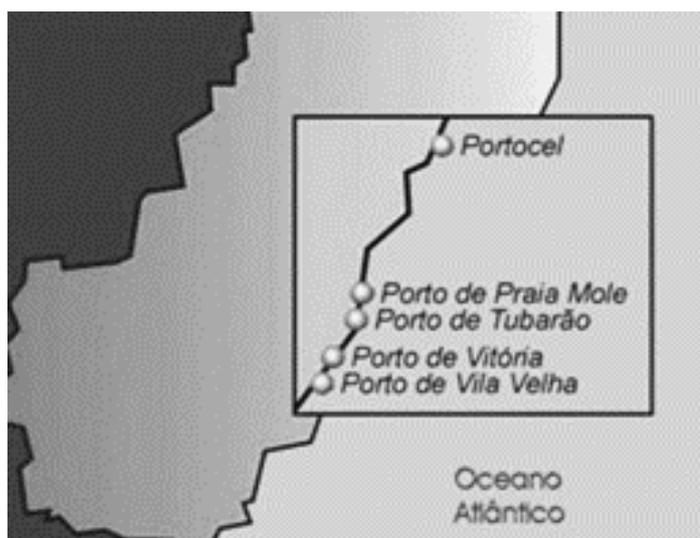
Após feita a pesquisa de mercado via online quanto a fornecedores e empresas especializadas no ano de publicação deste trabalho, a região metropolitana da Grande Vitória se mostrou viável à construção em contêineres. De Aracruz à Viana há uma grande distribuição de portos marítimos, sendo esse

um dos maiores complexos portuários da América Latina. A proximidade que o estado do Espírito Santo tem dos portos e fornecedores de Rio de Janeiro aumentam a oferta quanto ao mercado, tendo em mente que o recomendado é sempre adquirir o produto mais próximo da construção, ou então mais barato nas condições adequadas após feito o levantamento de custos.

Os portos capixabas ocupam os primeiros lugares em movimentação de cargas, em peso e tonelagem. Apesar de não liderar no quesito movimentação financeira, posição ocupada pelo complexo portuário de Santos em São Paulo, o complexo portuário capixaba foi responsável por movimentar 28% (vinte e oito por cento) das mercadorias que chegaram no Brasil via portos em 2011, de acordo com a companhia Docas do Espírito Santo (TERCA, 2013).

Verifica-se na Figura 27 a distribuição de portos na região sudeste do Espírito Santo:

Figura 27 - Portos em atividade na região sudeste do Espírito Santo.



Fonte: Adaptado de Capriimport²⁷

²⁷ Disponível em: http://www.capriimport.com.br/portos_pt.php acesso em setembro de 2021.

No sudeste do Espírito Santo está localizada a sua capital, Vitória, em que o comércio marítimo é forte e junto dos demais portos resultam assim na grande disponibilidade de contêineres ao mercado local. No ramo da construção civil já é familiarizado o uso de contêineres nos diversos usos como em stand de vendas, nos canteiros de obras, em lojas e restaurantes como o Quintal do Contêiner em Manguinhos na Serra (Figura 28) construído com contêineres e estruturas em madeira.

Figura 28 – Quintal do Contêiner.



Fonte: Perfil de rede social²⁸

No ano de 2021 (dois mil e vinte e um), para a região da Grande Vitória e Rio de Janeiro, temos apresentados na Tabela 02 os seguintes atuantes nos serviços ou fornecimento de materiais quanto a construção utilizando o método *Steel Frame* e contêineres. Entretanto, obter um contêiner pela internet é igualmente possível, inclusive em sites de vendas comuns ao público, reafirmando assim a importância da pesquisa de valores antes do ato da compra.

²⁸ Disponível em: <https://pt-br.facebook.com/quintaldocontainer/> acesso em setembro de 2021.

Tabela 2 – Empresas atuantes no ramo da construção a seco no Espírito Santo.

ATUANTE	ATUAÇÃO	LOCAL
Pladur	Material de construção a seco	Viana - ES
Via Steel Construtora	Assessoria na construção em <i>Steel Frame</i>	Vitória - ES
Dry Tech Soluções	Assessoria na construção em <i>Steel Frame</i>	Vila Velha - ES
Arka Soluções Modulares	Comércio e adaptações de contêineres	Serra - ES
Leroy Merlin	Material de construção em geral	Vitória - ES
Efficens	Otimização do desempenho das edificações	Vitória - ES
Locares	Comércio de contêineres	Linhares - ES
Locmeq	Comércio de contêineres	Vitória - ES

Fonte: Autor

Os projetos das residências são desenvolvidos por arquitetos familiarizados ao método *Steel Frame* e aos contêineres. De modo geral, o arquiteto que está ciente das características, possibilidades e limitações que os contêineres impõe ao projeto está apto a construir utilizando os mesmos em conjunto com o método complementar escolhido. Cabe ao arquiteto optar pelo método que melhor atenda o orçamento e os objetivos do contratante.

No caso do projeto a ser apresentado neste trabalho, o método *Steel Frame* será usado para que seja possível a aplicação de revestimentos termoacústicos na estrutura do contêiner, criar divisão entre ambientes e na ampliação de áreas (Figura 24). A potencialização do conforto será atribuído a

tecnologias com sistemas de ganho direto e indireto e na aplicação de estratégias da arquitetura bioclimática, buscando o menor impacto ao meio ambiente e menor custo ao usuário.

Os revestimentos selecionados buscam atender o orçamento de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais) cotados no ano de 2021 (dois mil e vinte e um), sendo assim foram selecionados respeitando o custo-benefício do produto, sem prejudicar sua proposta sustentável. O projeto busca instruir e trazer a construção em contêiner como uma alternativa economicamente viável se comparada a alvenaria de vedação. Além de apresentar a afirmação de ser uma construção mais limpa e mais sustentável que a alvenaria.

De acordo com Danilo Corbas (CASAVOGUE, 2020), a sustentabilidade parte do reuso de um produto que já teve seu impacto ambiental na sua produção e que já exerceu sua função primária até o momento do desvio de função. Quando reutilizamos o contêiner na construção civil, eliminamos o uso de materiais de origem bruta como madeira, água e agregados. Estendendo assim a sua sustentabilidade para as florestas e praias. A diminuição das queimadas necessárias na produção de tijolos contribuem para a redução do desmatamento e nas emissões de CO² na camada de ozônio.

O uso de recursos extrativistas são minimizados quando utilizo pouco cimento, areia, brita, cal hidratada, argila e entre outros, o que conseqüentemente diminui da intervenção no solo e paisagem natural. A estrutura em aço galvanizado, o isolante termoacústico, as placas de vedação e até mesmo o próprio contêiner são compostos por materiais que são recicláveis ou podem ser reciclados.

Segundo o IBGE 2016, a família brasileira é formada por quatro integrantes, sendo assim o projeto a ser apresentado terá como característica uma residência unifamiliar projetada para dois adultos e seus dois filhos, podendo ocupar até dois residentes em cada dormitório em planta. O orçamento

de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais) foi estipulado através da capacidade orçamentaria da classe socioeconômica média brasileira, deliberadamente estipulada pelo autor com base no poder aquisitivo da classe.

A residência a ser projetada terá em planta os cômodos: área de serviço, banheiro social, cozinha, dois quartos de solteiro, uma suíte, sala de tv, uma vaga de garagem coberta e jardim, sendo esses ambientes fundamentais para uma residência unifamiliar de bem-estar aos residentes.

Para que se atinja o orçamento estipulado presume-se que o usuário já tenha o lote no qual se irá construir. E para o melhor aproveitamento dos recursos e utilidade, os revestimentos termoacústicos serão aplicados nas paredes de divisão entre ambientes sociais, áreas de serviço e paredes externas, ou seja, as paredes de face com a área de circulação estão isenta deste material.

A aplicação dos isolantes nas áreas citadas garantiram o conforto termoacústico da residência, permitindo que os sons internos se sobressaiam aos externos, tornando o usuário mais ciente do seu entorno em casa. Para este trabalho, o terreno escolhido, abordado no item 3.2, detêm das características necessárias para se construir em contêineres, além de ter custo viável à compra pelo público-alvo deste trabalho.

Não excedendo o valor de R\$50.000,00 (cinquenta mil reais) quando calculado a partir do valor médio do metro quadrado do lote da região metropolitana escolhida ou sob consulta ao proprietário interessado à venda do terreno, que para este trabalho terá a fins de simulação e reflexão ao leitor.

Na comparação de custos da proposta de construir utilizando contêineres contra a alvenaria de vedação, presente no capítulo 4 (quatro), será desconsiderado os custos dos projetos elétricos e hidráulicos por serem de valores independentes ao método escolhido. Isso se dá pelo fato desses projetos complementares terem valores semelhantes, mudando apenas, em muitos casos, a ordem no qual ocorrem.

Entretanto, cabe ressaltar que o processo de instalação do sistema elétrico e hidráulico na alvenaria ocorre, de forma inevitável, através de retrabalhos e conseqüentemente com grande produção de entulhos. Tornando assim de maior impacto ambiental se comparado com a aplicação desses sistemas ao contêiner.

3.2 A LEGISLAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO UTILIZANDO CONTÊINERES

O código de obras da Prefeitura da Serra é datado de 1996, nele é apresentado as diretrizes necessárias para a aprovação da construção pela prefeitura. O código de obras apresenta as normas e procedimentos que senão cumpridos sujeitam a obra a:

I - Multa;

II - Embargo;

III - Interdição do prédio ou dependência;

IV - Demolição;

No código de obras da Prefeitura Municipal da Serra não se aborda de maneira específica acerca da construção modular, apenas sobre as exigências acerca da construção em si. No Art. 102 do código de obras vigente define-se que o dimensionamento, a especificação e o emprego dos materiais e elementos construtivos deverão assegurar a estabilidade, a segurança e a salubridade das obras, edificações e equipamentos, de acordo com os padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

No Art. 103 define-se que os componentes básicos da edificação, cujo são as fundações, estruturas, paredes e cobertura, devem apresentar resistência ao fogo, isolamento térmico, acondicionamento acústico, estabilidade e impermeabilidade adequados ao bom uso e conforto, tornando então possível todos os métodos que atendam tais requisitos. Desconsiderando os casos excepcionais de informalidade, a construção em contêineres é concebida por empresas e profissionais especializados e os produtos disponíveis no mercado para toda a estrutura seguem as normas técnicas e padrões ISO.

Atendendo os requisitos impostos pelo código de obra, segue-se então a sequência de quatro atos administrativos, em que cada ato detém de suas próprias etapas, a seguir são apresentados os atos administrativos necessários para se construir de acordo com o Código de Obras da Prefeitura da Serra:

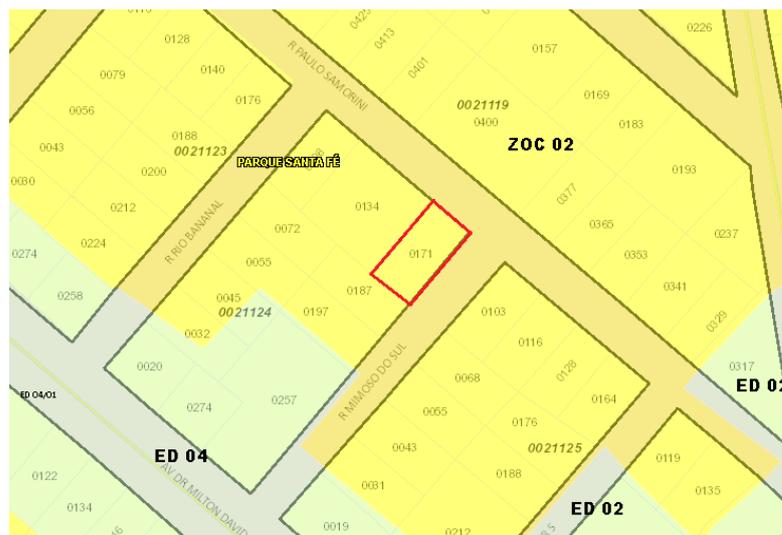
- 1 – **Certificado de viabilidade**, fornecido pelo Departamento de Urbanismo da Secretaria de Planejamento, quando necessário;
- 2 – **Laudo ambiental**, a critério da PMS, obrigatório;
- 3 – **Aprovação do projeto**, a critério da Prefeitura, obrigatório;
- 4 – **Licenciamento da construção**, a critério da Prefeitura, obrigatório;

Nota-se então que quando é assegurado os padrões estabelecidos pelas normas técnicas para a qualidade dos materiais, o conforto e a segurança dos usuários é utilizado o processo comum para o licenciamento de projetos arquitetônicos, tornando a construção em contêineres e *Steel Frame* passível de aprovação.

3.3 ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO

O terreno escolhido como exemplo de aplicação está localizado no bairro Parque Santa Fé, em Nova Almeida na Serra, Espírito Santo. O lote fica sob a esquina da rua Mimoso do Sul com a rua Paulo Samorini, como destacado em vermelho na Figura 29 a seguir, sendo a direção cima o Norte:

Figura 29 – Terreno proposto, em esquina.



Fonte: *Civitas*

Analisando a Figura 29 nota-se que o lote está na área de zoneamento sob sigla ZOC, denominada zona de ocupação controlada, ou seja, ocorre o maior controle da ocupação, sobretudo do adensamento, e que de acordo com o Plano Diretor Municipal da Serra tem uso predominantemente residencial, limitados a três pavimentos, o que é visível ao se visitar o local.

Para tal zona, a ZOC 02, prevê-se as seguintes diretrizes projetuais predefinidas pelo PDM – Plano Diretor Municipal – da Serra, Espírito Santo:

Tabela 3 – Diretrizes projetuais da zona de ocupação controlada (ZOC 02) para o uso residencial unifamiliar.

USO	ÍNDICES							
	C.A	T.O	T.P	GABARITO	ALTURA MAX.	LATERAL	FRENTE	FUNDOS
Residência Unifamiliar	1.2	60%	20%	3	12m	1.5m	3m	1.5m

Fonte: Adaptado de PDM Serra.

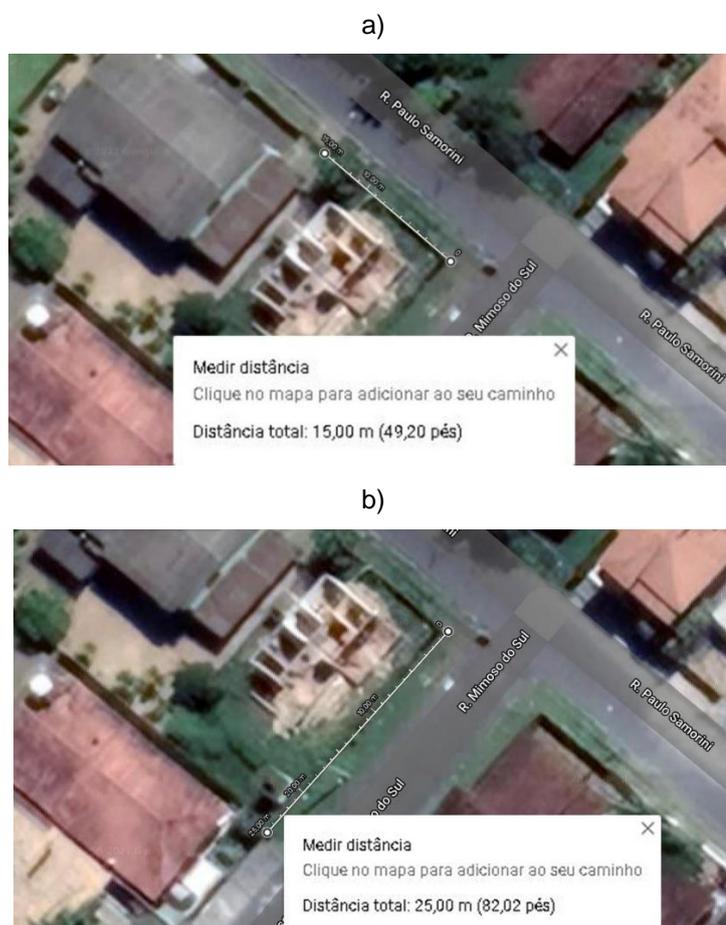
Sob o número de logradouro 117 (cento e dezessete), o terreno escolhido é plano e de formato retangular, e por ser de esquina interpreta-se que o mesmo tem duas frentes, sendo elas as faces voltadas para as vias de acesso. Para fins de simulação terá as dimensões consideradas de quinze metros (15m) na aresta menor e vinte e cinco metros (25m) em sua aresta maior, totalizando cerca de 375m² (trezentos e setenta e cinco metros quadrados).

Atribuindo os afastamentos, a taxa de ocupação e permeabilidade apresentados na Tabela 03, baseados nas diretrizes da zona de ocupação controlada em que o terreno se encontra, temos a área útil de 10,5m (Dez metros e cinquenta centímetros) de largura por 20,5m (Vinte metros e cinquenta centímetros) de comprimento para o térreo, o qual totaliza 215,25m² (Duzentos e quinze virgula vinte e cinco metros quadrados).

Ainda interpretando a Tabela 03, verifica-se que o coeficiente de aproveitamento permite que seja construído um sobrado com área total de 374,4m² (trezentos e setenta e quatro virgula quatro metros quadrados), ou seja, dois pavimentos mais a altura da caixa d'água, não excedendo o total de 12m (doze metros) de altura. Permitindo assim mais alternativas quanto à disposição dos contêineres e conseqüentemente dos ambientes.

As metragens foram estimadas por medição via online utilizando as ferramentas *Google Maps* e *Civitas*, o geoportal²⁹ com informações atreladas ao PDM da Serra. A seguir, na figura 30 é apresentada as medidas obtidas através da medição utilizando o *Google Maps*, sendo a direção cima o Norte:

Figura 30 – a) e b) Dimensões físicas do terreno de implantação.



Fonte: Adaptado³⁰ de *Google Maps*.

²⁹ **Geoportal:** Trata-se de um tipo de portal da web utilizado acessar informações geográficas e serviços geográficos associados via Internet. Disponível em: <https://www.geoportal.com.br/Home/Sobre> acessos em outubro de 2021.

³⁰ Nas imagens da Figura 30, tem-se o terreno em vista aérea disponibilizado pelo *Google Maps* no primeiro semestre do ano de 2021.

No mês de outubro no ano publicação deste trabalho, em visita ao terreno verificou-se que o mesmo se encontra em processo de demolição. Evidenciando ser necessário a reconstrução dos muros de limite do terreno e o preparo do solo para fundação, para o projeto proposto a fundação do tipo pilaretes garantirá que a intervenção necessária ao solo seja mínima e que permita altos níveis de permeabilidade.

Na Figura 31, fotografada pelo autor, pode-se observar que os acessos ao lote se dão por meio de duas faces, sendo a menor voltada para a rua Paulo Samorini e a face maior para a rua Mimoso do Sul que dá acesso à avenida Dr. Milton David, classificada como via arterial pelo PDM da Serra.

Figura 31 – Terreno de implantação.



Fonte: Autor

Ambas as vias que dão acesso ao lote são de mão-dupla, sendo essas com seis metros de comprimento para mais, verificadas via *Google Maps*, e que

em conjunto a proximidade que se tem da via arterial, a Avenida Dr. Milton David, torna então viável à logística e manobra necessária para a construção utilizando contêineres.

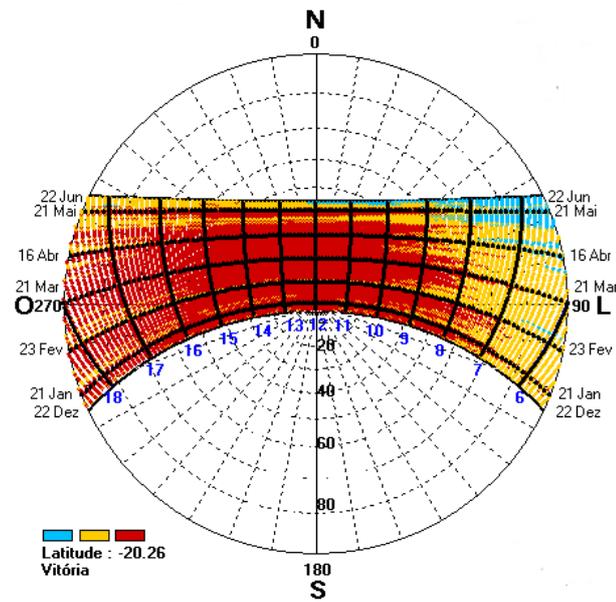
A logística necessária compreende a área e raio mínimo necessário para a manobra do caminhão Munck ou guindaste, além das boas condições das vias de acessos, devendo essas suportarem cargas de médio-alto peso. As condições foram aprovadas após visita do autor deste trabalho ao local, e quanto a área de manobra, o terreno de esquina detém de uma encruzilhada em “T”, o que possibilita em conjunto do comprimento das vias a manobra necessária ao acoplamento.

Devido à grande umidade e maresia existente na região, deve se atentar ao processo de tratamento contra ferrugem e umidade na área externa do contêiner, verificando também o estado de vedação do contêiner. Também é recomendado que se eleve o contêiner do solo, a fim de prevenir danos provocados pela umidade excessiva de contato e possivelmente contra alagamentos, visto que o terreno é próximo a área de preamar.

O clima da região metropolitana da Grande Vitória será a norteadora das estratégias bioclimáticas em projeto que visam otimizar a ventilação interna e o melhor aproveitamento da luz solar, definidos por meio do estudo da carta solar (Figura 32) e rosa dos ventos (Figura 33) fornecidos pelo banco de dados do SOL-AR³¹.

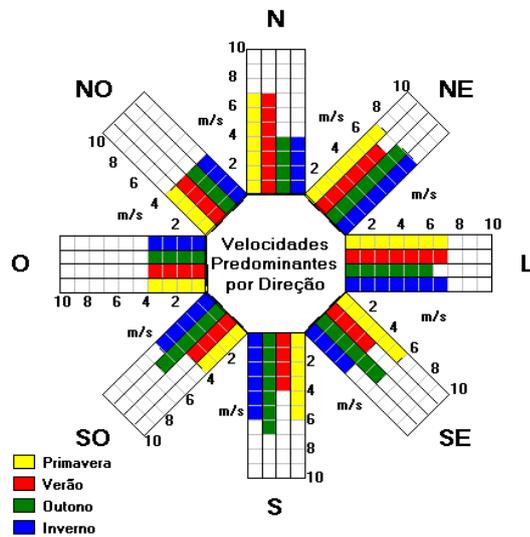
³¹ **SOL-AR**: Programa de estudos bioclimáticos para arquitetura. Desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Figura 32 – Carta Solar para Vitoria, Espírito Santo.



Fonte: Adaptado de SOL-AR

Figura 33 – Rosa dos Ventos para Vitoria, Espírito Santo.

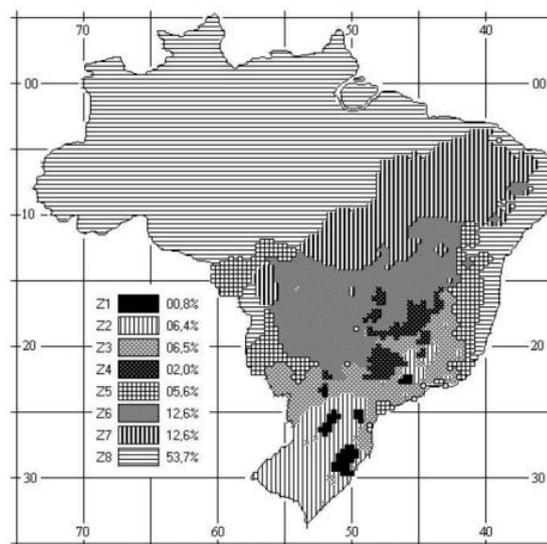


Fonte: SOL-AR

A NBR 15220-3 classificou as regiões onde há homogeneidade climática em oito zonas, obtidas através do banco de dados climático brasileiro alimentado por 330 (trezentas e trinta) cidades de diferentes posições geográficas. Interpretando a Figura 32, entende-se que para a região se tem altas temperaturas grande parte do ano, sendo de maio a junho o período de menores temperaturas. No clima tropical litorâneo, em que a região de estudo se encontra, há meses mais frios no meio do ano e meses mais quentes, geralmente no início e no final do ano, as chuvas são distribuídas por todo ano.

O terreno em estudo encontra-se no litoral sudeste do Espírito Santo e verificando a Figura 33 nota-se que os ventos predominam nos sentidos vindos do Leste, onde se encontra o mar. Para a região será considerada a zona bioclimática da capital do estado, Vitória, que é classificada pela mesma como zona 8 (oito), verifica-se na Figura 34 a distribuição das zonas bioclimáticas no Brasil.

Figura 34 – Zoneamento bioclimático do Brasil



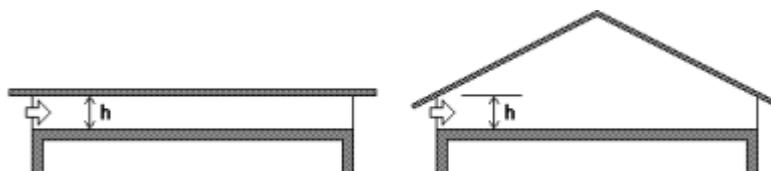
Fonte: ABNT NBR 15220-3

Para a zona 8, recomenda-se pela norma que haja a desumidificação e refrigeração das áreas internas por meio da ventilação cruzada. Isso significa distribuir as aberturas considerando o melhor aproveitamento dos ventos predominantes, que analisando a rosa dos ventos (Figura 33) conclui-se vir do Leste, sendo o vento noroeste predominante no terreno.

Através do estudo da carta solar presente na Figura 32 para a região em análise, nota ser necessário a ventilação permanente da edificação por meio de grandes aberturas sombreadas, e que no inverno haja o aquecimento dos ambientes pelas mesmas aberturas.

Em projeto, para que ocorra a desumidificação, a ventilação e o condicionamento térmico eficiente, será feito o uso de isolantes termoacústicos, da elevação do contêiner do solo, de revestimentos leves refletores e da ventilação cruzada. Aberturas nos beirais da cobertura permitirá a ventilação do ático³², potencializando assim o isolamento térmico da edificação, como exemplificado na figura a seguir.

Figura 35 – Aberturas (h) em beirais para ventilação.



Fonte: ABNT 2003

³² **Ático:** Câmara de ar existente entre o telhado e o forro.

3.4 A CASA BAIXO CUSTO SUSTENTÁVEL EM CONTÊINERES

Apresentados os argumentos acerca da construção em contêineres, para este trabalho foi elaborado o projeto de uma *casa baixo custo sustentável* em contêineres cujo se tem como objetivo não exceder o orçamento de R\$150.000,00 no contexto econômico do ano de 2021 (Dois mil e vinte e um) quando estimado seu custo através do método descrito no item 4.4 e contemplando toda a proposta abordada no item 3.1.

Verifica-se a planta baixa (anexo 1) apresentando o layout do projeto de uma residência unifamiliar para uma família de classe média de área construída igual a 90m². O projeto foi concebido com base nas características apresentadas no item 3.1 e implantada ao terreno conforme as normas do PDM da Serra, abordado no item 3.3. A estrutura é composta por três contêineres de doze metros, sendo que dois são posicionados um ao lado do outro e o terceiro dividido ao meio para criar os ambientes cozinha e sala de jantar.

Após apresentado a planta baixa, é exibido em seguida (anexo 2) o diagrama no qual se fez o estudo da forma proposta e orientação do edifício com base nas condicionantes físicas da região metropolitana da Grande Vitória. Conforme estudo prévio, as correntes de ventos, representado em azul, foram direcionadas através do posicionamento das aberturas e a própria forma da casa. A zona de calor está sob três áreas molhadas, que são os banheiros e o lavabo.

4. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Após a apresentação do projeto, este capítulo abordará sobre os métodos orçamentários, em que se definir a metodologia utilizada para o levantamento dos custos de cada sistema construtivo proposto neste trabalho. É feito o levantamento estimado do custo da obra de ambos os sistemas construtivos através dos métodos orçamentários descritos. O levantamento de custos dos sistemas construtivos tem como objetivo compreender a grandeza de seus valores quando comparados.

4.1 SOBRE O LEVANTAMENTO DE CUSTOS

No século XIX (Dezenove), a partir da segunda metade verificou-se a importância do estudo econômico das obras devido ao crescimento das ferrovias nos Estados Unidos e obras, criando demanda para a criação de ferramentas que analisassem os investimentos de longo prazo.

A partir dos estudos de A.M. Wellington (1887), foi evidenciada a importância do tempo no valor do dinheiro, seguido por Walter O. Pennell (1914), que desenvolveu equações que possibilitava a escolha entre a instalação de novas máquinas ou a manutenção de equipamentos antigos. A partir desses estudos pioneiros gerou-se a criação de novos métodos, os estudos passaram a integrar o currículo acadêmico das faculdades de engenharia.

A etapa responsável pelo levantamento de custos é de suma importância para a viabilidade do projeto a ser construído, com o valor do custo estimado é feito o estudo da viabilidade econômica do projeto. Independentemente do método orçamentário utilizado, a estimativa de custos é uma previsão incerta do

custo real da construção, apesar de alguns métodos orçamentários serem mais assertivos que outros.

De modo geral, o orçamento previsto pode ser calculado através de três formas distintas, sendo elas: Estimativa de Custos, Orçamento preliminar e Analítico. Para cada método orçamentário necessita-se de diferentes níveis de informações sobre o empreendimento, a qual estão relacionadas a finalidade do orçamento e o grau de assertividade que se procura (PEREIRA, 2019).

Na Tabela 04 a seguir é apresentado cada método o seu respectivo objetivo:

Tabela 4 – Os três métodos orçamentários

TIPOS	CARACTERISTICAS		
	INFORMAÇÃO NECESSARIA	METODOLOGIA	OBJETIVO
ESTIMATIVA DE CUSTOS	Area construída (m2)	CUB/m ²	Ordem de Grandeza
ORCAMENTO PRELIMINAR	Projeto básico	Índices de construção	Estimativa
ANALÍTICO	Projeto executivo	Apuração completa	Preço real hipotético

Fonte: Autor

Para o objetivo deste trabalho, no qual apresenta um projeto de nível preliminar, será feito o levantamento dos custos com base na metragem quadrada construída. A estimativa dos custos não consideram as economias feitas com a extinção de processos ou de longo prazo quando construído com contêineres. A Estimativa de Custos é aquela que utiliza como base para cálculo

a multiplicação da metragem quadrada da área total construída pelo Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB/m²) local.

Sendo resultado da pesquisa mensal feita pelo SINDUSCON³³ de cada estado brasileiro, o CUB representa o valor médio por metro quadrado obtido por meio da coleta dos valores praticados pelas construtoras locais. O CUB é calculado a partir de diretrizes da lei federal nº 4.591/64 e na NBR 12.721:2006, de acordo com padrão da construção. Verificar item 4.2.

Para o projeto elaborado será utilizado o método CUB/m² no levantamento de custos para o projeto em alvenaria, e para o projeto caso construído em contêineres será elaborado método próprio com base no estudo de caso da Casa Contêiner de Mirian Bolson, verificar item 4.4, no qual serão considerados os custos fundamentais para a construção. A metodologia desenvolvida para a estimativa de custo da construção em contêineres englobam três variáveis fundamentais, são elas os valores relacionados a compra dos contêineres, o custo básico por metro quadrado de vedação e o custo com a cobertura empregada. Como não há tabelas base certificadas, serão considerados os seguintes componentes para a composição do custo básico por metro quadrado de vedação da construção em contêineres:

1. **Valor do metro quadrado da estrutura em Steel Frame;**
2. **Valor do metro quadrado do isolamento termoacústico;**
3. **Valor do metro quadrado da placa OSB e membrana hidrofuga;**
4. **Valor do metro quadrado da placa cimentícia;**
5. **Valor do metro quadrado da base para pintura;**

³³ Sindicato da Indústria da Construção Civil

Os valores para tal composição terá como referência os praticados no ano de 2021 (dois mil e vinte um) obtidos através da pesquisa via online dos fornecedores da região metropolitana da Grande Vitoria, Rio de Janeiro ou loja virtual, optando sempre pelo menor valor. Para o método CUB/m² será utilizada as informações mais recentes para o estado e ano de publicação deste trabalho.

De acordo com artigo publicado na revista Forbes (OMENA, 2021), a faixa de preço para os contêineres *high cube* não-modificados estavam na ordem de R\$12.000,00 (Doze mil reais) a R\$15.000,00 (Quinze mil reais) a nível nacional para o primeiro semestre, entretanto, no segundo semestre do ano de 2021 os valores passaram para a faixa de R\$18.000,00 (Dezoito mil reais) a R\$25.000,00 (Vinte e cinco mil reais) para o mesmo produto.

Os valores para o segundo semestre foram obtidos através da pesquisa via os sites OLX, Mercado Livre e orçamentos solicitados aos fornecedores citados na Tabela 02. Após análise, evidencia-se a alta no valor do produto, o contêiner HC de 12 metros, se comparados os semestres do ano de 2021 ou com os anos antecessores, o que é resultado de diversos fatores como a oferta, demanda e a elevação dos preços referentes a produção e transporte do contêiner.

A pandemia do Coronavírus configura-se como uma catástrofe humanitária, cujo teve influência direta no mercado global elevando o custo dos produtos de maneira geral, principalmente dos considerados não essenciais, devido ao longo período de quarentena imposto a população e as cautelas necessárias a segurança da saúde. Atingindo diretamente os setores de transporte, de produtividade e extração, o que conseqüentemente elevou os valores relacionados a construção a seco (FOGAÇA, 2020; CESAR DE PAIVA, Claudio; FERNADES DE PAIVA, Suzana Cristina, 2021).

Portanto, entende-se que os valores obtidos para o ano de publicação deste trabalho sejam elevados se contraposto com os períodos antecessores a

pandemia. O contexto econômico do ano de 2021 pode tornar inviável qualquer empreendimento que é dependente dos produtos e insumos em alta neste período, reafirmando assim a necessidade do levantamento de custos.

4.2 MÉTODOLOGIA CUB/m²

O Custo Unitário Básico (CUB/m²) teve origem através da Lei Federal 4.591 de 16 de dezembro de 1964. É definido como custo por metro quadrado de construção do projeto-padrão considerado para a edificação, este valor é obtido através dos dados coletados pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil de cada estado, no qual serve de base para a estimativa do custo da construção. Os relatórios são atualizados e disponibilizados mensalmente, tendo seu acesso aberto ao público através do site CUB³⁴.

O CUB/m² é calculado com base nos diversos projetos-padrão estabelecidos pela ABNT NBR 12721:2006, levando-se em consideração os insumos básicos como com materiais de construção, mão-de-obra, despesas administrativas e equipamentos. De acordo com a ABNT NBR 12721:2006, os projetos-padrão utilizados no cálculo são categorizados em: residenciais, comerciais e galpões industriais. Sendo classificados também pelo padrão de acabamento que o projeto a ser construído se enquadra.

A ampla revisão da ABNT NBR12721:2006 se iniciou com consulta aos Sindicatos Estaduais (SINDUSCONs) para definir os programas arquitetônicos dos projetos-padrão, que foram adequados aos respectivos padrões-médios praticados no Brasil. Os projetos arquitetônicos resultantes foram aprovados pela Comissão de Estudos, sendo completados com os projetos estruturais e de instalações hidráulicas e elétricas, projetos estes que foram orçados por empresas especializadas, ficando todo esse material depositado junto à CBIC e

³⁴ Disponível em: <http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/> acesso em outubro de 2021.

ao CB-2 da ABNT. (SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2007)

Para a composição do custo por metro quadrado da construção em alvenaria, a ABNT NBR 12721:2006 determina que para a composição do lote básico de insumos é considerado os materiais de construção, mão-de-obra, despesas administrativas e equipamentos detalhados na Figura 36 abaixo.

Figura 36 – Lote básico de insumos.

Lote básico (por m ² de construção)	
Materiais	
Chapa compensado plastificado 18 mm	2,20 x 1,10 m
Aço CA-50	Ø 10 mm
Concreto fck=25 MPa	abatimento 5±1 cm, br. 1 e 2 pré-dosado
Cimento CP-32 II	
Areia média	
Brita n° 02	
Bloco cerâmico para alvenaria de vedação	9 cm x 19 cm x 19 cm
Bloco de concreto sem função estrutural	19 x 19 x 39 cm
Telha fibrocimento ondulada	6 mm 2,44 x 1,10 m
Porta interna semi-oca para pintura	0,60 x 2,10 m
Esquadria de correr tamanho 2,00 x 1,40 m, em 4 folhas (2 de correr), sem básculas, em alumínio anodizado cor natural, perfis da linha 25	
Janela de correr tamanho 1,20 m x 1,20 m em 2 folhas, em perfil de chapa de ferro dobrada n° 20, com tratamento em fundo anticorrosivo	
Fechadura para porta interna, tráfego moderado, tipo IV (55 mm), em ferro, acabamento cromado	
Placa cerâmica (azulejo) de dimensão ~30 cm x 40 cm, PEI II, cor clara, imitando pedras naturais	
Bancada de pia de mármore branco	2,00 m x 0,60 x 0,02 m
Placa de gesso liso	0,60 x 0,60 m
Vidro liso transparente	4 mm colocado com massa
Tinta látex PVA	
Emulsão asfáltica impermeabilizante	
Fio de cobre antichama, isolamento 750 V, # 2,5 mm ²	
Disjuntor tripolar	70 A
Bacia sanitária branca com caixa acoplada	
Registro de pressão cromado	Ø 1/2"
Tubo de ferro galvanizado com costura	Ø 2 1/2"
Tubo de PVC-R rígido reforçado para esgoto	Ø 150 mm
Mão-de-Obra	
Pedreiro	
Servente	
Despesas Administrativas	
Engenheiro	
Equipamentos	
Locação de betoneira	320 l

Fonte: Adaptado da Cartilha do CUB³⁵

O projeto proposto neste trabalho trata-se de uma residência familiar, portanto, desconsiderando as demais categorias, para tal projeto temos de acordo com a NBR 12721:2006 as seguintes tipologias, apresentadas na Figura 37:

³⁵ Disponível em: <http://www.cub.org.br/static/web/download/cartilha-principais-aspectos-cub.pdf> acesso em outubro de 2021.

Figura 37 – Tipologias do projeto-padrão residencial

Projetos-padrão Residenciais

Padrão Baixo	Padrão Normal	Padrão Alto
R-1	R-1	R-1
PP-4	PP-4	R-8
R-8	R-8	R-16
PIS	R-16	

Fonte: Adaptado da Cartilha CUB³⁶

O projeto apresentado é destinado para o uso residencial unifamiliar, com o público-alvo sendo de classe média, com base nessas características junto da quantidade de dormitórios e área a ser construída é feita a classificação da tipologia do projeto utilizando como base as características apresentadas na Figura 38:

Figura 38 – Caracterização dos projetos-padrão

Caracterização dos projetos-padrão conforme a ABNT NBR 12721:2006

Sigla	Nome e Descrição	Dormitórios	Área Real (m ²)	Área Equivalente (m ²)
R1-B	Residência unifamiliar padrão baixo: 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.	2	58,64	51,94
R1-N	Residência unifamiliar padrão normal: 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suite com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).	3	106,44	99,47
R1-A	Residência unifamiliar padrão alto: 1 pavimento, 4 dormitórios, sendo um suite com banheiro e <i>closet</i> , outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel).	4	224,82	210,44

Fonte: Adaptado da Cartilha CUB

³⁶ Disponível em: <http://www.cub.org.br/static/web/download/cartilha-principais-aspectos-cub.pdf> acesso em outubro de 2021.

A casa contêiner projetada tem área total construída de 90m² (Noventa metros quadrados) assim como dispõe de dois dormitórios e uma suíte, além da sala, área de serviço, cozinha, banheiro social e garagem. Portanto, tendo ciência de tais características e analisando a Figura 38, certificamos que a tipologia para o projeto desenvolvido se enquadra ao **R1-N**.

Sabendo a tipologia do projeto, o passo seguinte é emitir o relatório CUB/m² mais recente e estimar o custo da construção em alvenaria multiplicando o valor referente a tipologia encontrada com a área total construída. Por ser uma metodologia simplificada, o CUB traz apenas a ordem de grandeza em sua estimativa, servindo então para se apresentar de forma expedita ao contratante o quanto pode custar determinado empreendimento.

4.3 CUSTO BÁSICO PREVISTO: PROJETO PROPOSTO EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Para o projeto concebido, após categorizada sua tipologia no item 4.2, tem se os seguintes custos por metro quadrado apresentados na Figura 39 e obtidos através do relatório CUB/m² para o estado do Espírito Santo correspondente ao mês de setembro de 2021 (Dois mil e vinte um):

Figura 39 – Tabela CUB/m² desonerada correspondente a setembro de 2021.

VALORES EM R\$/m²

PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS

PADRÃO BAIXO		PADRÃO NORMAL		PADRÃO ALTO	
R-1	1.939,69	R-1	2.270,50	R-1	2.834,75
PP-4	1.775,33	PP-4	2.131,17	R-8	2.272,95
R-8	1.680,93	R-8	1.849,11	R-16	2.312,58
PIS	1.300,27	R-16	1.788,06		

Fonte: Relatório CUB - Setembro/2021

Para a tipologia **R1-N** verifica-se que o custo por metro quadrado de uma construção de padrão normal (médio) unifamiliar tem o valor de R\$2.270,50 (Dois mil duzentos e setenta reais e cinquenta centavos) que se multiplicado pela área total construída do projeto em contêiner apresentado tem se a estimativa de custo de R\$204.345,00 (Duzentos e quatro mil e trezentos e quarenta e cinco reais) para o ano de 2021.

No ano de 2018 (Dois mil e dezoito), em dezembro, para a mesma tipologia e características tem se o valor de R\$1.724,97. Apresentando-nos uma alta de 30% (Trinta por cento) no custo da construção se comparados os valores de 2018 e 2021. Para o ano de 2018, a casa contêiner teria o valor aproximado de R\$155.247,30 (Cento e cinquenta e cinco e duzentos e quarenta e sete reais e trinta centavos) caso construído em alvenaria de vedação, o que equivale a R\$49.097,00 (Quarenta e nove mil e noventa e sete reais) a menos que o valor estimado obtido para o ano de 2021.

Ao se estudar a composição dos custos por metro quadrado da Figura 40 a seguir, para a construção caso em alvenaria no mês de setembro de 2021, é constatado que a grandeza dos valores gastos com materiais e mão de obra são de mesma ordem quando construído no padrão normal. Deste modo, pode-se interpretar que o custo com materiais para o metro quadrado e mão de obra são equivalentes na construção em alvenaria.

Figura 40 – Composição CUB/m²

Projetos-Padrão Residenciais - Normal

Item	R1-N	PP-4-N	R8-N	R16-N
Materiais	1.070,75	1.029,80	921,99	906,33
Mão de Obra	1.071,50	947,87	850,93	818,00
Despesas Administrativas	127,97	153,45	70,79	58,59
Equipamentos	0,28	0,05	5,40	5,14
Total	2.270,50	2.131,17	1.849,11	1.788,06

Fonte: Adaptado da Composição CUB/m² - Setembro/2021

4.4 A ESTIMATIVA DE CUSTO DO PROJETO EM CONTÊINERES

Na estimativa de custo do projeto caso construído em alvenaria, através do método CUB/m², destaca-se o valor por metro quadrado de R\$2.270,50 para o segundo semestre do ano 2021 (Dois mil e vinte e um). Verificar item 4.3. No levantamento de custos da casa contêiner de médio-alto padrão (Figura 41) de Mirian Bolson, proprietária do canal do *Youtube* Entre Pra Morar, foi apresentado o custo de R\$2.252,25 (Dois mil duzentos e cinquenta e dois reais e vinte e cinco centavos) por metro quadrado construído, os valores são referentes ao período de 2019 (Dois mil e dezenove) até 2021.

Percebe-se que o valor por metro quadrado fornecido pelo CUB/m² é superior ao valor encontrado por Mirian Bolson em seu levantamento. A construção da casa contêiner de Mirian (Figura 41) teve seu início no ano de 2019 (Dois mil e dezenove), sendo assim enfrentou os percalços trazidos pela pandemia do Coronavírus. Para a compreensão do método utilizado no levantamento de custo do projeto apresentado neste trabalho, será feito o estudo de caso sintetizado da construção a seguir:

Figura 41 – Casa contêiner de Mirian Bolson

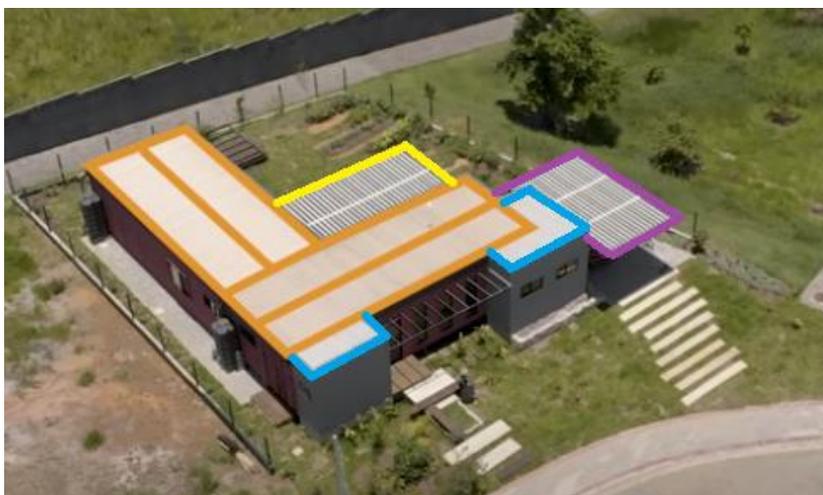


Fonte: Entre Pra Morar

Construída no município de Caçapava, em São Paulo, a casa contêiner de Mirian Bolson tem características similares ao projeto desenvolvido quanto a técnica construtiva, ou seja, faz o uso de contêineres no corpo da edificação e utiliza do *Steel Frame* para a adequação, nas divisórias e ampliação. A arquiteta responsável Adriana Marin, da Contêiner4You³⁷, utilizou dos condicionantes físicos do terreno para determinar a forma da estrutura e suas aberturas (TOUR PELA CASA CONTÊINER PRONTA, 2020).

A residência foi concebida a partir da junção de quatro contêineres HC de 12 metros dispostos em duplas, de modo que a junção das duplas formem o “L” da estrutura, conforme destacado em laranja na Figura 42 a seguir:

Figura 42 – Os ambientes da Casa Contêiner de Mirian Bolson



Fonte: Adaptado de Entre Pra Morar

Ainda analisando a Figura 42, destacado em azul está identificado as ampliações feitas em *Steel Frame* e anexadas a estrutura dos contêineres. Para a dupla de contêineres de face para a via de acesso há os ambientes cozinha,

³⁷ Empresa especializada na construção utilizando contêineres. Disponível em: <http://www.container4you.arq.br> acesso em outubro de 2021.

sala de jantar e sala de estar, sendo que as ampliações feitas são respectivamente a lavanderia e escritório, da esquerda para a direita.

Na dupla de contêineres ao fundo contempla-se os ambientes: banheiro social, um quarto e uma suíte. Além de um deck coberto (destacado em amarelo) de acesso a horta aos fundos, há também uma garagem coberta (destacada em roxo), à direita da Figura 42. A cozinha, lavanderia e banheiro social estão localizados na região próxima a junção das duplas, nos indicando ser a região onde predomina o sol da tarde, à esquerda da figura.

A residência conta com um telhado embutido coberto por telhas do tipo sanduiche (Aço galvanizado com EPS na cor branca) com platibanda advinda das chapas restantes da serralheria dos contêineres (TELHADO EMBUTIDO DA MINHA CASA CONTÊINER, 2020). O telhado empregado potencializa o conforto termoacústico através do produto utilizado e pelo ático criado pela estrutura da cobertura em si. Incorporado ao telhado há o sistema de captação da água da chuva, que é armazenada em duas cisternas verticais (Figura 43) de 1040L (Mil e quarenta litros) cada, totalizando 2080L (Dois mil e oitenta litros) disponíveis para os diversos usos, exceto cocção (CISTERNA VERTIVAL, 2020).

Figura 43 – Cisternas Verticais



Fonte: Entre Pra Morar

A cobertura também conta com telhas fotovoltaicas sob a garagem e o deck (Figura 44), em que cada módulo que as compõem tem a dimensão de dois metros por um. As telhas captam a luz solar e as transmitem na forma de energia contínua para um inversor que a transforma em corrente alternada, podendo somente assim ser entregue ao quadro de distribuição, entrando em paralelo com a rede da distribuidora.

Os painéis suprem a necessidade elétrica diurna, e em dias de grande captação ou pouco consumo é injetada a energia captada sobressalente na rede da distribuidora gerando assim créditos com a mesma (INSTALAÇÃO DO TELHADO FOTOVOLTAICO, 2021). O retorno do investimento é no médio a longo prazo, pois exige investimento inicial considerável para sua instalação.

Figura 44 – Telhado fotovoltaico



Fonte: Entre Pra Morar

O sistema PEX de hidráulica atribuído a construção permite a redução de conexões necessárias, maior resistência ao calor, frio e pressão nas tubulações, além de maior organização quanto a distribuição; este e o sistema elétrico convencional foram devidamente projetados, precavendo a obra de retrabalhos e desperdícios. O isolamento termoacústico das superfícies é misto, sendo a lã

de vidro utilizada apenas nas divisórias dos quartos, banheiros e na face em divisa com o vizinho, e em todos os ambientes, inclusive nos citados, é aplicado o 3TC como agente de alta performance térmica (SISTEMA PEX DE HIDRÁULICA NA MINHA CASA CONTÊINER, 2020; ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO PARA USAR NA CASA CONTÊINER, 2020).

A área total construída é de 128m² (Cento e vinte e oito metros quadrados), o que resulta no valor total de R\$288.288,00 (Duzentos e oitenta e oito mil e duzentos e oitenta e oito reais) ao se multiplicar pelo custo por metro quadrado de R\$2.252,25. Cabe ressaltar que este valor agrega todos os serviços contratados e produtos utilizados na construção da casa contêiner. Mirian afirma que 85% (Oitenta e cinco por cento) do orçamento foram destinados aos acabamentos e as adaptações dos contêineres ao projeto (QUANTO CUSTOU MINHA CASA CONTÊINER, 2020).

Dos 128m² da área total construída, 111m² (Cento e onze metros quadrados) são pertinentes a estrutura em L composta pelos contêineres e os 17m² (Dezessete metros quadrados) restantes são das ampliações em *Steel Frame*. Os recursos destinados a adaptação dos contêineres equivalem a R\$232.315,11 (Duzentos e trinta e dois mil e trezentos e quinze reais e onze centavos) que dividido pela área de 111m² nos dá o valor de R\$2081,30 (Dois mil e oitenta e um reais e trinta centavos) por metro quadrado, esses valores são referentes a toda estrutura sem acabamentos, apenas contendo a pintura e as esquadrias escolhidas por ela (QUANTO CUSTOU MINHA CASA CONTÊINER, 2020).

Mirian declara que os custos com a compra e reforma dos contêineres foram os valores mais expressivos do orçamento, sendo eles respectivamente R\$52.400,00 (Cinco mil e quatrocentos reais) e R\$91.011,18 (Noventa e um mil e onze reais e dezoito centavos). Segundo Mirian, o valor atribuído a reforma incorpora em si os custos com serralheria, estruturação em *Steel Frame*,

isolamento termoacústico, instalações elétricas e hidráulicas e o serviço de instalação das esquadrias escolhidas (QUANTO CUSTOU MINHA CASA CONTÊINER, 2020).

O valor relacionado a compra dos contêineres tem agregado em si os custos exercidos pelos impostos, regulamentação e pela logística necessária. Segundo Adriana Marin, arquiteta responsável, o custo de cada contêiner adquirido foi de R\$11.600,00 (Onze mil e seiscentos reais) mais o custo de R\$1.900,00 (Mil e novecentos reais) do frete, totalizando o custo unitário por contêiner de R\$12.900,00 (Doze mil e novecentos reais) (MEUS CONTÊINERES CHEGARAM! QUANTO CUSTARAM, 2020).

Desconsiderando os valores da compra dos contêineres, tem-se o valor de R\$819,92 (Oitocentos e dezenove reais e noventa e dois centavos) por metro quadrado originado da divisão do valor de R\$91.011,18 referente a reforma dos contêineres pela área correspondente de 111m². Este é o valor do custo de quatro contêineres adaptados ao projeto de Mirian Bolson utilizando dos isolamentos e sistema hidráulico descritos, ou seja, o valor de R\$819,92 por metro quadrado incorpora os custos relacionados a serralheria, adaptações em *Steel Frame*, instalações elétricas e hidráulicas e o serviço de instalação das esquadrias escolhidas.

Com base nesse estudo, pode-se interpretar a grandeza dos custos essenciais a construção em contêineres em conjunto com *Steel Frame* para o projeto apresentado, visto que o período de início e conclusão da obra de Mirian Bolson e a região implantada são semelhantes as características da *casa baixo custo sustentável* desenvolvido neste trabalho. Então, utilizando o valor encontrado de R\$819,92/m² como base e multiplicando-o pela área construída do projeto apresentado de 90m² estima-se o custo de R\$73.792,80 (Setenta e três mil e setecentos e noventa e dois reais e oitenta centavos) para a adaptação dos contêineres.

O valor de R\$73.792,80 nos indica apenas a grandeza dos custos com a reforma dos contêineres, devendo ser adicionado a este os custos relacionados a compra dos contêineres e acabamento. Além dos custos destinados a cobertura, que pode ser inexistente dependendo do projeto. Estudando o valor encontrado nota-se que este representa 49% (Quarenta e nove por cento) do orçamento objetivo de R\$150.000,00 para o projeto da *casa baixo custo sustentável* em contêineres apresentado.

Caso multiplicarmos a área construída do projeto apresentado pelo valor de R\$2.252,25/m² levantado por Mirian Bolson para sua construção finalizada encontramos o valor total de R\$202.702,50 (Duzentos e dois mil e setecentos e dois reais e cinquenta centavos). Este valor incorpora todos os custos da construção da Casa Contêiner de Mirian Bolson, servindo-nos de base para interpretação do custo a ser estimado pelo método deste trabalho.

Para a estimativa de custo do projeto apresentado no item 3.4, a *casa baixo custo sustentável* em contêineres, será somado os valores obtidos das três variáveis consideradas no levantamento de custos, como apresentado no item 4.1, ou seja, após definido os valores da compra dos contêineres empregados ao projeto e da cobertura utilizada soma-se então esses valores ao custo básico total das vedações. Com o valor obtido será atribuído o fator de correção de 15% (Quinze por cento) definido deliberadamente pelo autor com base no estudo de caso efetuado.

A Figura 45 a seguir exemplifica o método desenvolvido para a estimativa de custo a ser aplicado ao projeto proposto no item 3.4:

Figura 45 – Metodologia aplicada no cálculo de custos da construção em contêineres.

$$\left(\begin{array}{l} \text{Valor da Compra} \\ \text{dos Contêineres} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Custo Básico} \\ \text{Total das Vedações} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Custo Previsto} \\ \text{da Cobertura} \end{array} \right) \times 1,15$$

$$=$$

Custo Estimado

Fonte: Autor

O custo básico total das vedações advém da soma dos custos relacionados aos perfis estruturais de *Steel Frame* com o custo total dos materiais utilizados para vedação e isolamento, sem acabamento. Seguindo a composição descrita no item 4.1, é considerado em sua composição os custos médios de cada componente presente nas vedações, como apresentado na Figura 24 e seguido os critérios apresentados no item 3.1 quanto a aplicação dos isolamentos.

Os valores investidos no emprego do sistema de captação da água da chuva e com a instalação do sistema fotovoltaico não serão previstos na estimativa do custo da obra, pois estes não se enquadram como prioridade para a residência unifamiliar e por poderem ser instalados após conclusão da obra. Permitindo ao residente optar pelo melhor momento a ser instalado conforme seu planejamento financeiro.

Sendo assim, segue abaixo os levantamentos aludido das variáveis que compõem o método de estimativa de custo aplicado ao projeto da *casa baixo custo sustentável* em contêineres (item 3.4), sendo essa hipoteticamente construída na Região Metropolitana da Grande Vitória no Espírito Santo, mais precisamente em Nova Almeida, no município da Serra.

4.4.1 LEVANTAMENTO: VALOR DA COMPRA DOS CONTÊINERES

Após feita a pesquisa via online nos sites OLX e Mercado Livre e com os fornecedores citados na Tabela 02, verifica-se que para o segundo semestre do ano de 2021 os valores para o contêiner HC de 40 pés (12m) estão na faixa de R\$18.500,00 (Dezoito mil e quinhentos reais) a R\$25.700,00 (Vinte e cinco mil e setecentos reais) a unidade não-modificada.

Os dados foram coletados considerando o raio de até 60km do terreno até o fornecedor, sendo que sempre deve ser priorizado o fornecedor mais próximo ou de menor custo em geral. Na figura abaixo, o terreno é localizado em Nova Almeida na Serra, destacado em amarelo, e os demais pontos em destaque na figura representam os possíveis fornecedores e empresas especializadas na logística e venda dos contêineres.

Figura 46 – O terreno em relação aos possíveis fornecedores no raio de até 60km.



Fonte: Google Maps³⁸

³⁸ Na Figura 46, o mapa está orientado para que o norte seja o sentido para cima.

Sendo então acrescido ao valor da compra o custo da logística do terminal até a obra, que é variável dependendo do fornecedor, não extrapolando 10% do valor do contêiner adquirido no caso de distancias menores que 100km (Cem quilômetros) da obra ao terminal. Para o projeto apresentado e descrito no item 3.4 são necessários três contêineres do tipo HC de doze metros para a concepção da forma.

Para tais contêineres será considerado o custo de R\$18.500,00 anunciado no Município da Serra pelo site OLX³⁹. Após aplicado o custo de 10% da logística presumida ao valor de R\$18.500,00 tem-se o custo por unidade de R\$20.350,00 (Vinte mil trezentos e cinquenta reais). Resultando no valor total estimado de **R\$61.050,00** (Sessenta e um mil e cinquenta reais) destinados a compra dos contêineres necessários ao projeto elaborado. O valor de R\$18.500,00 da unidade anunciada é cerca de 55% (Cinquenta e cinco por cento) maior que o valor pago por Mirian Bolson.

4.4.2 LEVANTAMENTO: CUSTO BÁSICO TOTAL DAS VEDAÇÕES

O levantamento de custo das vedações é extremamente personalizável, podendo ser empregado à estrutura diversos sistemas conjuntos de isolamento termoacústico e diferentes tipos placas que agregam a estrutura quanto a resistência mecânica e pontos de fixação. Cada produto relacionado apresenta

³⁹ Anúncio base para obtenção do custo do contêiner HC 40 pés disponível em: <https://es.olx.com.br/norte-do-espírito-santo/comercio-e-escritorio/outros-itens-para-comercio-e-escritorio/container-40-hc-12-metros-pronto-para-uso-933774473> acesso em outubro de 2021.

diversas alternativas quanto a isolamento e impermeabilidade, geralmente, os de menor custo também apresentam menores desempenho.

Ou seja, no ato de se projetar define-se o nível de desempenho e padrão de acabamento da obra finalizada, e isso está correlacionado com o aumento do custo das vedações em *Steel Frame*. Cabe ressaltar que é responsabilidade do arquiteto definir os produtos de vedação e estratégias que melhor atendam às necessidades do residente e ao seu orçamento, tendo sempre a sustentabilidade como norteadora.

A composição da estimativa do custo básico total de vedação para o projeto apresentado contém quatro variáveis, já abordadas no item 4.1, cujo são elas:

1. **Valor do metro quadrado da estrutura em Steel Frame;**
2. **Valor do metro quadrado do isolamento termoacústico;**
3. **Valor do metro quadrado da placa OSB e membrana hidrofuga;**
4. **Valor do metro quadrado da placa cimentícia;**

A composição da vedação descrita acima assemelha-se a parede de *drywall*, entretanto os perfis estruturais do método *Steel Frame* empregados no projeto são mais robustos, e além de contraventados. Na construção em *Steel Frame*, ou nas divisórias em *drywall*, as placas de fechamento são aplicadas na parede externa e interna (BAGGIO, 2020), diferente da construção utilizando contêineres em que se aplica as placas apenas na parede interna, sendo a externa o próprio contêiner (Figura 24).

Na parede externa da construção em contêiner pode ser aplicado os mesmos revestimentos da interna, contudo torna o custo total com revestimentos maiores que se construísse apenas pelo método *Steel Frame*, o qual é de igual eficiência e permite grande flexibilidade no *layout* que a delimitação imposta

pelos contêineres. No propósito desse trabalho, na parede externa não haverá placas cimentícias ou isolamento adicional. Podendo esses serem aplicados no futuro sem que a construção apresente mal conforto quando bem projetada.

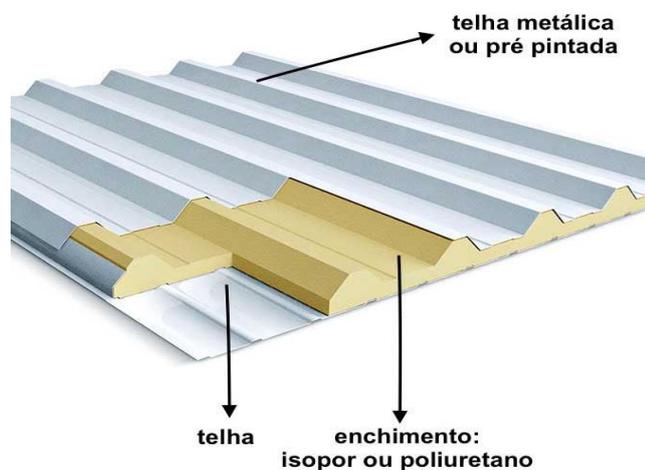
A quantia é determinada pela divisão da área de fechamento pela área unitária do produto de acordo com as próprias dimensões. Para maior esclarecimento, a área de fechamento considera a área de todas as paredes internas, os eixos, devendo ser dobrada a área unitária dos produtos, com exceção do isolamento termoacústico, quando se tratar de divisórias em *Steel Frame* por haver duas faces internas. Neste cálculo não se considera os vãos, define-se a área da parede considerando não haver aberturas. Essa condição contribui para a assertividade do levantamento de custos.

Determinado o custo total de materiais soma-se a este valor ao custo dos perfis estruturais no valor de **R\$55.000,00** (Cinquenta e cinco mil reais) orçados por meio da Via Steel Construtora, localizada na região metropolitana de Grande Vitória no Espírito Santo, mais precisamente na Serra. Sendo assim, o custo básico total das vedações é de **R\$75.000,00** para o projeto apresentado no item 3.4 no ano de 2021.

4.4.3 LEVANTAMENTO: CUSTO PREVISTO DA COBERTURA

Para a telhado do projeto desenvolvido será feito o levantamento de custo com material para o uso de telhas do tipo sanduíche. A telha sanduíche é formada por duas chapas de material metálico zincado e isolante térmico entre elas, que pode ser o isopor (EPS) ou o poliuretano. No caso do projeto elaborado compõem a cobertura telhas de aço galvanizado com EPS pré-pintada na cor branca, observar a Figura 48 a seguir para exemplo:

Figura 47 – Telha sanduíche ou telha termoacústica.



Fonte: Decorfácil⁴⁰

A telha sanduíche com EPS apresenta como características principais o conforto térmico e o isolamento acústico, além de prevenir contra a umidade e não propagar chamas. As telhas sanduíche também podem ser feitas sob

⁴⁰ Disponível em: <https://www.decorfacil.com/telha-sanduiche/> acesso em outubro de 2021.

medida, dispensando muitas conexões, ou seja, possíveis pontos de infiltração (CASAVOGUE, 2021).

Para a *casa baixo custo sustentável* em contêineres, o telhado é embutido e utiliza das chapas restantes dos cortes do contêiner para confecção da platibanda. A telha a ser aplicada foi orçada com fornecedor da região de estudo, e de acordo com a Casa do Serralheiro⁴¹ o custo por metro quadrado para o ano de 2021 é de R\$185,00 (Cento e oitenta e cinco reais) com entrega em até quinze dias.

Por se tratar de um telhado embutido a área total da cobertura é igual a área do térreo, ou seja, para a cobertura de área igual a 90m² (Área coberta em projeto) o custo com as telhas de aço galvanizado, em duas faces, com 50mm (cinquenta milímetros) e EPS (isopor) totaliza em **R\$16.650,00** (Dezesseis mil e seiscentos e cinquenta reais).

4.4.4 VALOR TOTAL ESTIMADO

Estimado os custos de todas as quatro variáveis, aplica-se na fórmula proposta no item 4.4, assim como demonstrado na figura 49 abaixo, e assim obtém-se o valor total estimado para o custo previsto da construção da *casa baixo custo sustentável* em contêineres do item 3.4:

⁴¹ Disponível em: <https://casaserralheiro.com.br/product/telha-termoacustica/> acesso em outubro de 2021.

Figura 48 – Valores aplicados a fórmula.

$$\mathbf{(61.050,00 + 16.650,00 + 80.000,00) * 1,15}$$
$$\mathbf{= R\$ 181.355,00}$$

Fonte: Autor

Portanto, o custo total estimado para o projeto desenvolvido é de **R\$181.355,00** quando concebido utilizando o partido apresentado neste trabalho. A assertividade do levantamento está baseado em orçamentos feitos na região metropolitana da Grande Vitória. O valor encontrado está relacionado apenas ao projeto da *casa baixo custo sustentável* em contêineres, ou seja, o custo previsto atende as particularidades da composição dos materiais escolhidos e estratégias empregadas ao projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os custos dos projetos sustentáveis são menores se comparados aos convencionais, seja no médio ou longo prazo, geralmente em ambos os casos. Isso se dá pela busca constante por novas tecnologias que promovem o uso inteligente dos recursos. A construção utilizando contêineres é mais sustentável que a construção convencional em alvenaria de vedação. A necessidade fundamental de um projeto arquitetônico para a construção em contêineres reduz retrabalhos e a falta de planejamento visto que é fundamental para o andamento do projeto.

A distância do destino até o ponto de venda mais próximo deve ser considerada ao se adquirir o contêiner, bem como a capacidade de manobra da região a ser construída. Para que seja efetivado com sucesso é necessário que haja na região uma empresa ou escritório especializado neste tipo de construção, caso contrário é inviável se construir utilizando contêineres.

Através do levantamento de custos do projeto desenvolvido neste trabalho, apesar do contexto econômico da situação pandêmica do ano de 2021, conclui ser economicamente viável a construção em contêineres. Porém, é extremamente importante se fazer a estimativa do custo do projeto antes da construção do mesmo, analisando sempre o melhor contexto econômico para melhor escolha do método construtivo.

REFERENCIAIS BIBLIOGRAFICOS

ROMANO, L.; DE PARIS, S. R.; NEUENFELDT JÚNIOR, A. L. **Retrofit de contêineres na construção civil**. Labor e Engenho, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 83–92, 2014. DOI: 10.20396/loborev8i1.225. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/225>> Acesso em maio 2021.

KOTNIK, J., 2008. **Contêiner Architecture: this book contains 6441 Contêineres**. Editora: Links Books

CARBONARI, L. T. **Reutilização de contêineres ISO na arquitetura: aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do Brasil**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, 2015.

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

SERRADOR, M. E. **Sustentabilidade em arquitetura: referências para projeto**. Dissertação apresentada ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. São Carlos, 2008

HENRIQUES, NUNO MIGUEL MOREIRA. **Utilização dos Princípios da Arquitetura Bioclimática no Projeto de Habitação Modular**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura. Covilhão, 2017.

LOPES, G. T. A.; LOIOLA, I. T.; SAMPAIO, A. V. C. F. **Arquitetura de Contêiner: reutilização para construção civil**. In: **encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, 2016, São Paulo. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3720/2071>> Acesso em agosto de 2021.

KWOK, A. G.; GRONDZIK, W. T. **Manual de arquitetura ecológica**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2006. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3720/2071>> Acesso em maio de 2021.

LIMA, Luiz; SILVA, José. **A substituição de casas populares de alvenaria, feitas pelo governo federal por casas contêineres: uma medida**

possível. Janus, n.21, p.61-75, jan.- jun. 2015. Disponível em: <<http://fatea.br/seer3/index.php/Janus/article/view/355/328>>. Acesso em maio de 2021

CORDEIRO, Camila de Souza; ANDRADE, Talita Soares. **Contêiner, uma inovação na construção civil.** Revista TechnoEng – centro de ensino superior dos campos gerais – CESCAGE, 2020. Disponível em: <<http://www.cescage.com.br/revistas/index.php/RTE/article/view/837>> Acesso em maio de 2021.

THOMAZ, E. et al. **Código de práticas nº01- alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, São Paulo, 2009.

DOMINGOS, B. E. M. **Métodos para o conforto térmico e acústico em habitações de contêineres.** Monografia (Curso de Pós-Graduação em Projeto Arquitetônico: Composição e Tecnologia do Espaço Construído) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

SLAWIK, H. et al. **Contêiner Atlas: A Practical Guide to Contêiner Architecture.** Berlin: Gestalten, 2010.

LOPES, Kelly Caroline Camilo; NIEDZWIEDZKI, Kellyn; BARAUNA, Debora. **Construções em contêineres: uma orientação prática e sustentável.** Curso de Especialização Lato Sensu em Design de Interiores Industriais e Empresariais, do Programa de Pós-Graduação do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, 2018. Disponível em:

<<http://tcconline.fag.edu.br:8080/app/webroot/files/trabalhos/20181212-094853.pdf>> Acesso em maio de 2021.

ARCHDAILY. **Casa contêiner Granja Viana / Contêiner Box.** 29 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/800283/casa-contêiner-granja-viana-contêiner-box>> Acesso em maio de 2021.

CASAVOGUE. **Telha sanduíche: o que é e quais as vantagens de ter em casa.** 14 de mar. 2021. Disponível em: <<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2021/03/telha-sanduiche-o-que-e-e-quais-vantagens-de-ter-em-casa.html>> acesso em outubro de 2021.

TERCA. **Complexo portuário do ES é o maior da América Latina.** 03 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.terca.com.br/?30/noticia/complexo-portuario-do-es-e-o-maior-da-america-latina>>

MARTINS, Gustavo. ENGENHEIRO DE CUSTOS. **Orçamento Paramétrico: Como utilizar o CUB de maneira correta.** 12 fev. 2019. Disponível em: <<https://engenheirodecustos.com.br/orcamento-parametrico-cub/>> Acesso em maio de 2021.

GONÇALVES, Ricardo. **Contêiner gera economia para obras.** Disponível em:

<<http://www.temSUSTENTÁVEL.com.br/contêiner-gera-economia-para-obras/>>. Acesso em maio de 2021.

YAZBEK, P. **Contêineres viram casas com apelo moderno e preços atraentes.** EXAME. 2015. Disponível em:

<<http://exame.abril.com.br/seudinheiro/noticias/contêineres-viram-casas-com-apelomoderno-e-precosatraentes>>. Acesso em maio de 2021.

HERTZ, J. B. **Ecotécnicas em arquitetura: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

VGRESIDUOS. **Entulho: Do Problema à Solução**. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/entulho-do-problema-a-solucao/>>. Acesso em setembro de 2021.

GUIA MARÍTIMO. **Tipos de contêineres**. 1996. Disponível em: <<http://www.guiamaritimo.com.br/utilidades/tipos-contêineres/>>. Acesso em outubro 2021.

PEREIRA, Caio. **O que é CUB?** ESCOLA ENGENHARIA. 21 de novembro de 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/cub/>>. Acesso em outubro de 2021.

PEREIRA, Caio. **Como fazer um Orçamento de Obras: O Passo a Passo Completo**. ESCOLA ENGENHARIA. 10 de abril de 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/orcamento-de-obras/>>. Acesso em outubro de 2021.

FOGAÇA, Melina. **Extratativismo em tempos de pandemia**. Revista M&T. 10 de Junho de 2020. Disponível em: <<https://www.revistamt.com.br/Materias/Exibir/extratativismo-em-tempos-de-pandemia/>> Acesso em outubro de 2021.

CESAR DE PAIVA, Claudio; FERNADES DE PAIVA, Suzana Cristina. **No Brasil, impacto econômico da pandemia será forte e duradouro.** Jornal da UNESP. 02 de julho de 2021. Disponível em: <<https://jornal.unesp.br/2021/07/02/no-brasil-impacto-economico-da-pandemia-sera-forte-e-duradouro/>> Acesso em outubro de 2021.

OMENA, Mateus. **Casa contêiner: um novo conceito de moradia que atrai cada vez mais brasileiros.** 12 de julho de 2021. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbesesg/2021/07/casa-contêiner-um-novo-conceito-de-moradia-que-atrai-cada-vez-mais-brasileiros/>> Acesso em outubro de 2021.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Custo Unitário Básico (CUB/m²): principais aspectos.** Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2007. 112p.

BAGGIO. **Drywall – o que é e como utilizar este sistema construtivo na sua casa.** PORTAL IMOBILIARIO LIVE APTO. 12 de maio de 2020. Disponível em: <<https://live.apto.vc/drywall-o-que-e-e-como-utilizar-este-sistema-construtivo-na-sua-casa/>> Acesso em outubro de 2021.

MEUS CONTAINERS CHEGARAM! QUANTO CUSTARAM? 16 de janeiro de 2020. **Canal do Youtube ENTRE PRA MORAR.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zWsS5g89Ku8/>> acesso em outubro de 2021.

TOUR PELA CASA CONTÊINER PRONTA. **Canal do Youtube ENTRE PRA MORAR.** 24 de dezembro de 2020. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=B1anjNj_Ybw/> acesso em outubro de 2021.

QUANTO CUSTOU MINHA CASA CONTAINER. **Canal do Youtube ENTRE PRA MORAR.** 28 de janeiro de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=igik7douBbl/>> acesso em outubro de 2021.

TELHADO EMBUTIDO DA MINHA CASA CONTAINER. 23 de julho de 2020. **Canal do Youtube ENTRE PRA MORAR.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xs3EuJx7I2Y/>> acesso em outubro de 2021.

CISTERNA VERTICAL. 01 de outubro de 2020. **Canal do Youtube ENTRE PRA MORAR.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Nn4x_OHSiiE/> acesso em outubro de 2021.

INSTALAÇÃO DO TELHADO FOTOVOLTAICO. 04 de março de 2021. **Canal do Youtube ENTRE PRA MORAR.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=THzYKLYiAel/>> acesso em outubro de 2021.

