

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

**CAMILLA GOMES ARRAIZ**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO DE CONTÊINER  
MARÍTIMO E SISTEMA DE CONCRETO-PVC EM SÃO LUÍS - MA**

São Luís  
2018

**CAMILLA GOMES ARRAIZ**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO DE CONTÊINER  
MARÍTIMO E SISTEMA DE CONCRETO-PVC EM SÃO LUÍS - MA**

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

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

Co-Orientador: Prof. Me. Luciano Carneiro Reis

São Luís  
2018

Arraiz, Camilla Gomes.

Estudo comparativo entre o sistema construtivo de contêiner marítimo e sistema de concreto – PVC em São Luís – MA / Camilla Gomes Arraiz. – São Luís, 2018.

108 f

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

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

1.Sistemas construtivos. 2.Contêiner. 3.Concreto – PVC. 4.Custo. 5.Tempo. I.Título

CDU: 69(812.1)

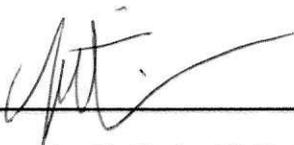
**CAMILLA GOMES ARRAIZ**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO DE CONTÊINER  
MARÍTIMO E SISTEMA DE CONCRETO-PVC EM SÃO LUIS - MA**

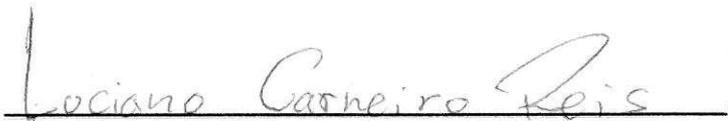
Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em:     /     /

**BANCA EXAMINADORA**



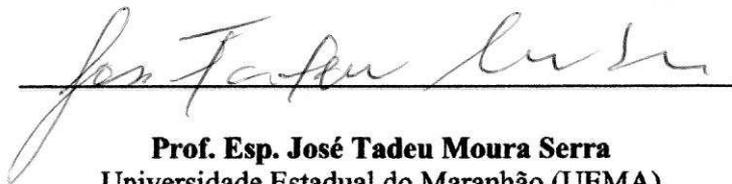
**Prof. Me. Airton Egydio Petinelli (Orientador)**  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



**Prof. Me. Luciano Carneiro Reis (Co-Orientador)**  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



**Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio**  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



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

À minha família, em especial meus pais Cícero e Regina, por todo incentivo, apoio e amor, e ao meu irmão, Cícero Filho, pelo companheirismo inabalável.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, primeiramente, por nunca me abandonar, sempre me abençoando em todos os dias, e por me ajudar e ter me dado forças para enfrentar os desafios ao longo desta jornada, me dando discernimento e sabedoria para tomada de decisões ao longo da minha vida.

A minha família, pelo apoio e incentivo na busca por conhecimento. Em especial aos meus pais, Cicero e Regina, por todo amor incondicional, por serem minha fortaleza, me apoiando em minhas decisões e me ajudando a construir meu futuro.

Ao meu irmão, Cicero Filho, pelo companheirismo e irmandade inabalável, me dando forças ao longo de todas as etapas da minha vida, e por acreditar e torcer pela minha vitória.

Aos meus primos, que apesar da distância, nunca mediram esforços para me ajudar e me incentivar na busca por meus objetivos, contribuindo para me tornar uma pessoa melhor, e por todo amor e irmandade durante toda minha existência.

Aos meus amigos verdadeiros, pelo apoio e companheirismo em todos os momentos da minha vida, profissional e pessoal, pela compreensão, ajuda, e, especialmente, por torcerem por minha felicidade.

Aos meus professores e orientadores, Airton Egydio Petinelli e Luciano Carneiro Reis, por me repassar conhecimento e pelo suporte e ajuda nesta caminhada, contribuindo para minha formação e crescimento profissional.

E a todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para minha formação profissional e pessoal.

Qual de vós, querendo edificar uma torre, não se assenta primeiro a fazer as contas dos gastos, para ver se tem com que acabar?

(Lucas 14:28)

## RESUMO

O setor da construção civil, devido sua importância social e econômica, vem passando por mudanças. No Brasil, por muito tempo, o método construtivo tradicional consistia no único sistema utilizado na construção de edificações, entretanto, outros métodos vêm ganhando espaço e conquistando mercado, por serem sistemas construtivos mais racionalizados e industrializados. Caracterizados por uma elevada produtividade e de caráter sustentável, são capazes de proporcionar maior economia e diminuir problemas sociais que assolam o país, como seu déficit habitacional, recursos naturais limitados e problemas ambientais. Nesse contexto, surge vários sistemas industrializados, na qual a presente pesquisa abordará sobre dois: sistema construtivo com Contêiner Marítimo e Sistema Concreto-PVC. O primeiro consiste em utilizar contêineres marítimos, descartados após seu tempo de validade, para construção de edificações. O sistema construtivo Concreto-PVC, por sua vez, consiste no encaixe de módulos ociosos de PVC preenchidos com concreto auto-adensável e aço como reforço estrutural, formando as paredes da edificação. A pesquisa em questão visou realizar uma análise comparativa entre estes métodos, buscando identificar aquele com maior viabilidade para construção de uma habitação na cidade de São Luís, no Maranhão - MA. A fim de alcançar o objetivo proposto, inicialmente, realizou-se um estudo aprofundado a respeito do tema, através de pesquisas bibliográficas. Após isso, elaborou-se um projeto arquitetônico, estrutural e complementares de uma residência, além de fazer uma planilha orçamentária, o dimensionamento de equipes para cada serviço e o planejamento da execução da obra, para cada método construtivo. Ao analisar os resultados obtidos, constatou que o método construtivo com Contêiner Marítimo apresenta uma economia de R\$ 1.352,44 no custo total, para execução da residência, se comparado ao método Concreto-PVC, além de possuir menor custo de mão de obra, com diferença de R\$1.167,60. Em relação ao tempo de execução, o método com Contêiner Marítimo também se apresentou mais viável, por gastar apenas 19 dias para execução da edificação, enquanto que o outro método necessita de 27 dias para construir. Constatou-se, por conseguinte, que o método construtivo com Contêiner Marítimo é mais viável para implantação de uma habitação, tanto em relação ao custo quanto à produtividade.

Palavras-Chave: Sistemas Construtivos. Contêiner. Concreto-PVC. Custo. Tempo.

## ABSTRACT

The civil construction sector, due to its social and economic importance, is undergoing changes. In Brazil, for a long time, the traditional construction method consisted of a process of construction of buildings, however, other methods have been gaining space and conquering the market, since they are more rationalized and industrialized construction systems. Characteristic of good productivity and sustainable character, they are capable of promoting the economy and social problems that devastate the country, such as its housing deficit, limited natural resources and environmental problems. In this context, several industrialized systems arise, which has as its main theme: constructive system with maritime container and concrete-PVC system. The first is in using marine containers, discarded after their expiration time, for construction of buildings. The Concrete-PVC constructive system, in turn, consists of PVC modules filled with self-compacting concrete and structural construction, forming the walls of the building. A research in question had a comparative analysis between these methods, with the objective of finding the greatest feasibility for the construction of a station in the city of São Luís, Maranhão. In order to reach the objective, first, an in-depth study on the subject was carried out through bibliographical research. After that, we will elaborate an architectural scheme, we will structure the matrices of a residence, besides making a budget worksheet, the sizing of teams for each function and the planning of the execution of the work, for each of the constructive ones. When analyzing the results obtained, which are constructive with the objective of a savings of R\$1.352,44 without total cost, for execution of the residence, compared to concrete, in addition to the minimum cost of labor, with the difference of R\$ 1.167,60. Regarding the execution time, the Maritime Container method was also performed more feasible, for only 19 days for the execution of the construction, while the other model required 27 days to build. For example, it is the constructive method with the objective of being more feasible for the implantation of a dwelling, always in relation to the cost with the productivity.

Keywords: Constructive Systems. Container. Concrete-PVC. Cost. Time.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Malcom Purcel Mclean, criador do contêiner.....	23
Figura 2 - Evolução da arquitetura em contêiner .....	25
Figura 3 - Tipos de contêineres .....	27
Figura 4 - Comparação entre os contêineres Dry Box 40' e Dry Box 20' .....	29
Figura 5 - Contêiner High Cube .....	30
Figura 6 - Contêiner Open Side.....	30
Figura 7 - Componentes de um contêiner.....	31
Figura 8 - Identificação do contêiner na placa CSC.....	33
Figura 9 - Ataque químico nas chapas laterais do contêiner .....	33
Figura 10 - Corte de chapa com maçarico.....	35
Figura 11 - Longarinas laterais superior e inferior e poste.....	35
Figura 12 - Interface superior (à esquerda) e interface inferior (à direita) entre contêineres...	36
Figura 13 - Instalações Elétricas do contêiner.....	37
Figura 14 - Piso de Cortiça.....	39
Figura 15 - Manta Fina de Poliéster .....	39
Figura 16 - Fibra Cerâmica.....	40
Figura 17 - Lã de rocha.....	40
Figura 18 - Lã de vidro .....	41
Figura 19 - Lã de Pet .....	41
Figura 20 - Esquema usual de uma parede de casa contêiner .....	42
Figura 21 - Edificação apoiada apenas em suas extremidades .....	43
Figura 22 - Veículo com Munck movimentando a casa contêiner .....	44
Figura 23 - Edificação executada com método Concreto-PVC.....	46
Figura 24 - Esquema representativo das paredes do sistema Concreto-PVC.....	48
Figura 25 - Módulos de PVC de 64 mm, 100 mm e 150 mm, respectivamente .....	49
Figura 26 - Módulo Básico.....	50
Figura 27 - Perfil Curva de 90° .....	50
Figura 28 - Módulo Multifuncional.....	51
Figura 29 - Módulo Multifuncional (à esquerda) e módulo multifuncional fixado à outra parede (à direita).....	51
Figura 30 - Perfil de Compatibilização com encaixe fêmea-fêmea.....	52

Figura 31 - Módulos de Acabamento para janela, cantos de parede e portas, respectivamente. .....	52
Figura 32 - Módulo Caneleta.....	53
Figura 33 - Módulo Especial .....	53
Figura 34 - Execução da demarcação das paredes .....	55
Figura 35 - Esquema de Ancoragem. ....	55
Figura 36 - Início da Montagem das Paredes .....	56
Figura 37 - Esquema dos reforços estruturais das paredes.....	57
Figura 38 - Escoramento de portas (à esquerda) e das paredes (à direita). ....	58
Figura 39 - Etapas da Concretagem.....	60
Figura 40 - Ampliação de uma edificação em Concreto-PVC .....	62
Figura 41 - Etapas da Metodologia.....	67
Figura 42 - Planta Baixa para o método de Contêiner Marítimo.....	69
Figura 43 - Planta Baixa para o método Concreto-PVC .....	70
Figura 44 - Aplicação da Manta Asfáltica Aluminizada. ....	71
Figura 45 - Lã de Rocha colocada na parede da edificação. ....	71
Figura 46 - Comparação entre as etapas construtivas semelhantes aos dois métodos. ....	82

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo de Consumo de Água. ....	22
Quadro 2 - Características do Contêiner Dry Box 20' .....	28
Quadro 3 - Características do Contêiner Dry Box 40' .....	28
Quadro 4 - Características do Contêiner High Cube. ....	29
Quadro 5 - Resistência dos perfis de PVC aos produtos mais comuns de mercado.....	61
Quadro 6 - Lista dos Itens da Planilha Orçamentária, para cada método.....	66
Quadro 7 - Comparativo de Custo entre os métodos por etapa construtiva .....	81
Quadro 8 - Comparação entre as etapas que se diferenciam entre os métodos. ....	83
Quadro 9 - Custo de Materiais e Mão de obra, para cada método. ....	83
Quadro 10 - Custo por metro quadrado.....	84
Quadro 11 - Tempo de execução, por item, para o Método com Contêiner Marítimo. ....	86
Quadro 12 - Tempo de execução, por item, para o Método Concreto-PVC. ....	86
Quadro 13 - Custo acrescido da mão de obra para método Concreto-PVC. ....	87

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASA	American Standards Association
BNH	Banco Nacional da Habitação
CEF	Caixa Econômica Federal
CMMD	Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CSC	Container Safety Convention
DI	Documento de Importação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IICL	Institute of International Container Lessors
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	International Standards Organization
LI	Licença de Importação
MDF	Fibra de Média Densidade
NBR	Norma Brasileira
OSB	Oriented Strand Board
PVC	Policloreto de Polivinila
RBS	Royal Building System
RCC	Resíduos da Construção Civil
SATOP	Space Alliance Technology Outreach Program
SFH	Sistema Financeiro da Habitação
SINAPI	Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
SISCOMEX	Sistema Integrado de Comércio Exterior
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão

## LISTA DE ABREVIATURAS

art. – artigo

cm – centímetro

fck – resistência característica à compressão do concreto

h – hora

kg – quilograma

m – metro

m<sup>2</sup> – metro quadrado

m<sup>3</sup> - metro cúbico

mm – milímetro

MPa – megapascal

n<sup>o</sup> - numero

unid. – unidade

t - tonelada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>17</b>
1.1.1	Objetivo Geral .....	17
1.1.2	Objetivos Específicos.....	17
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.</b>	<b>Habitação Social.....</b>	<b>19</b>
3.1.1	Origem da Habitação Social.....	19
3.1.2	Déficit Habitacional .....	19
<b>3.2.</b>	<b>Industrialização na Construção Civil.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.</b>	<b>Sustentabilidade na Construção Civil .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4.</b>	<b>Sistema Construtivo em Contêiner Marítimo .....</b>	<b>23</b>
3.4.1	Histórico.....	23
3.4.2	Características Gerais do Contêiner Marítimo .....	26
3.4.3	Tipos de Contêiner .....	27
3.4.3.1	Contêiner Dry Standard.....	28
3.4.3.2	Contêiner High Cube .....	29
3.4.3.3	Contêiner Open Side .....	30
3.4.4	Estrutura do Contêiner Marítimo .....	31
3.4.5	Processo de Execução .....	32
3.4.5.1	Seleção do Contêiner .....	32
3.4.5.2	Adaptação do contêiner como sistema estrutural .....	34
3.4.5.3	Interligação de Contêineres .....	36
3.4.5.4	Instalações Hidrossanitária, Elétrica e SPDA .....	37
3.4.5.5	Isolamento Termoacústico .....	38
3.4.5.6	Divisória, Revestimento, Pintura e Acabamento .....	41
3.4.5.7	Fundações .....	43
3.4.5.8	Movimentação do Contêiner.....	44
3.4.6	Vantagens e Desvantagens do Sistema .....	44
<b>3.5.</b>	<b>Sistema Construtivo Concreto-PVC.....</b>	<b>46</b>
3.5.1	Histórico.....	46
3.5.2	Características Gerais do Sistema Concreto-PVC .....	47

3.5.3	Tipos de Perfis de PVC.....	49
3.5.3.1	Módulo Básico.....	50
3.5.3.2	Módulo Esquineiro ou Curva de 90° .....	50
3.5.3.3	Módulo Multifuncional.....	51
3.5.3.4	Módulos de Compatibilização .....	52
3.5.3.5	Módulo Acabamento.....	52
3.5.3.6	Módulo Caneleta .....	53
3.5.3.7	Módulo Especial .....	53
3.5.4	Processo de Execução .....	54
3.5.4.1	Transporte e Armazenamento .....	54
3.5.4.2	Fundação .....	54
3.5.4.3	Demarcação das Paredes .....	54
3.5.4.4	Ancoragem .....	55
3.5.4.5	Montagem das Paredes.....	56
3.5.4.6	Reforços Horizontais e Verticais .....	56
3.5.4.7	Escoramento e Alinhamento .....	57
3.5.4.8	Instalações Hidrossanitárias e Elétricas .....	58
3.5.4.9	Concretagem .....	59
3.5.4.10	Cobertura .....	60
3.5.4.11	Esquadrias e Revestimento .....	61
3.5.4.12	Limpeza e Reparos .....	61
3.5.4.13	Possível Ampliação .....	62
3.5.5	Vantagens e Desvantagens do Sistema .....	63
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1.</b>	<b>Pesquisa Bibliográfica.....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.</b>	<b>Elaboração dos Projetos .....</b>	<b>68</b>
4.2.1	Projeto Arquitetônico .....	68
4.2.1.1	Planta Baixa .....	68
4.2.1.2	Cobertura e Piso .....	70
4.2.1.3	Isolamento Termoacústico .....	71
4.2.1.4	Revestimentos e Acabamentos .....	72
4.2.2	Projeto Estrutural .....	72
4.2.2.1	Infraestrutura .....	72
4.2.2.2	Superestrutura .....	73

4.2.3	Projetos Complementares (Elétrico, Hidrossanitário e SPDA).....	73
<b>4.3.</b>	<b>Levantamento dos Quantitativos de Materiais.....</b>	<b>74</b>
4.3.1	Sistema Construtivo com Contêiner Marítimo .....	75
4.3.2	Sistema Construtivo Concreto-PVC .....	76
<b>4.4.</b>	<b>Levantamento de Custo Direto .....</b>	<b>77</b>
<b>4.5.</b>	<b>Levantamento do Tempo de Execução.....</b>	<b>78</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>80</b>
<b>5.1.</b>	<b>Comparação do Custo Direto (Materiais e Mão de Obra).....</b>	<b>80</b>
<b>5.2.</b>	<b>Comparação do Tempo de Execução .....</b>	<b>85</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE A – VALORES OBTIDOS DE TRÊS EMPRESAS PESQUISADAS .....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE B – PLANILHA DE COMPOSIÇÃO PRÓPRIA (MÉTODO COM CONTÊINER MARÍTIMO) .....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE C – PLANILHA DE COMPOSIÇÃO PRÓPRIA (MÉTODO CONCRETO- PVC).....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE D – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA (MÉTODO COM CONTÊINER MARÍTIMO).....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE E – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA (MÉTODO CONCRETO-PVC) ....</b>	<b>106</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em busca do desenvolvimento nacional, desde a revolução industrial, os países procuram industrializar os processos dos diversos setores produtivos da econômica, afim de garantir maior eficiência e produtividade. Aqueles que vivenciaram períodos de pós-guerra ou sofreram com as consequências de calamidades são os que mais desenvolveram seus processos produtivos, principalmente no setor da construção civil. Conforme Ferreira (2014), a Europa, por exemplo, no período pós-guerra, viveu um contexto de instabilidade econômica e política, atrelado ao aumento populacional ocasionado por um movimento migratório, o que refletiu em uma maior demanda por habitações. Diante disso, a alternativa utilizada para solucionar àquela realidade foi industrializar o setor da construção civil, somada à padronização dos métodos da construção, garantindo maior eficiência e controle da expansão urbana.

No Brasil, entretanto, tem-se um cenário diferente. Sabe-se que o setor da construção civil representa suma importância para a economia nacional, além de apresentar papel social fundamental para amenizar o déficit habitacional brasileiro. Apesar disso, em relação aos outros setores da econômica, a indústria da construção ainda se apresenta atrasada, devido aos seus métodos construtivos serem considerados ultrapassados, se comparados aos utilizados nos países desenvolvidos, cujo atraso é justificado pela falta de mão-de-obra qualificada e pelo preconceito do consumidor final em utilizar métodos alternativos.

O método construtivo de maior prevalência no país, atualmente, ainda constitui na construção convencional, baseada na utilização da alvenaria de bloco cerâmico, basicamente de perfil artesanal, na qual se tem baixa escala de produção, alto custo e, ambientalmente, não é satisfatória (SCHMIDT, 2013). Diante disso, com o avanço tecnológico e o crescimento populacional, somado à crise econômica, à grande concorrência e aos problemas ambientais, tem-se buscado sistemas construtivos mais eficientes e econômicos na construção civil, objetivando a diminuição dos desperdícios dos materiais, o aumento da produtividade e a qualidade das edificações.

Dentre os métodos construtivos industrializados utilizados no Brasil, o sistema de Concreto-PVC, internacionalmente conhecido por *Royal Building System* (RBS), vem ganhando credibilidade e passa a atrair o interesse de companhias habitacionais devido à velocidade com que permite construir casas de interesse social, podendo ser visto, portanto, em diversas obras com alta repetibilidade, como por exemplo: em residências unifamiliares do programa Minha Casa Minha Vida da Caixa Econômica Federal. Segundo Odebrecht (2010), o método construtivo em Concreto-PVC é uma técnica importada do Canadá em que, como o

próprio nome sugere, utiliza perfis vazados de Policloreto de Polivinila (PVC) que são encaixados, formando a estrutura que será preenchida com concreto.

Outro método alternativo que surgiu na construção civil foi o uso de contêineres, no qual ganhou notoriedade a medida em que se tem tornado destaque em projetos inovadores e sustentáveis, satisfazendo a demanda por habitações. Devido a sua estrutura e formato, os contêineres caíram no gosto dos arquitetos, engenheiros, empresas e organizações, por permitir diversas configurações e usos, como casas, escolas, lojas e hotéis, aliando o projeto arquitetônico, desde o princípio, com a sustentabilidade (ROMANO; PARIS; NEUENFELDT JR., 2014).

Dessa forma, esta pesquisa visa abordar os aspectos técnicos e, principalmente, econômicos sobre essas duas técnicas construtivas. Será realizado uma análise comparativa entre o sistema construtivo de concreto-PVC e construções realizadas com uso de contêineres marítimos, aplicados em São Luís, no estado do Maranhão (MA), buscando compreender as suas etapas construtivas e analisar seus custos e benefícios.

## **1.1. Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise comparativa de custo e benefício entre os métodos construtivos em Concreto-PVC e em Contêiner Marítimo, verificando as características pertinentes a cada sistema.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar as características dos métodos construtivos: Contêiner Marítimo e Concreto-PVC;
- Apresentar vantagens e desvantagens dos métodos construtivos analisados;
- Comparar o custo de construção de uma residência, supondo sua localidade na cidade de São Luís, levando em consideração cada um dos dois métodos construtivos.

## 2 JUSTIFICATIVA

O Brasil apresenta alto índice de déficit habitacional, correspondendo a 7,7 milhões de moradias, segundo Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015), dado mais recente divulgado. Diante desse alto índice, busca-se por métodos construtivos industrializados que acelerem a produção, mantendo a qualidade satisfatória. Uma maior industrialização no processo de produção, no setor da construção civil, traria benefícios sociais, a medida em que se reduziria o tempo para construção das moradias; e econômicos, devido ser capaz de proporcionar maior rentabilidade e produtividade.

Somado a este fator, tem-se a influência da construção civil no âmbito ambiental. A construção civil é responsável por grande parte do impacto ambiental, devido ao consumo excessivo de recursos naturais, alta demanda por matéria prima industrializada e a geração de resíduos (DILIGENTI, 2010). O impacto ambiental inicia-se desde a extração da matéria-prima, além dos agregados que são consumidos apenas para fabricação do concreto e argamassa, por exemplo. Tem-se, ainda, os entulhos, que são resíduos resultantes da construção ou demolição, no qual consistem em materiais inertes, permanecendo na natureza por muito tempo. O agravante corresponde ao fato de que, muitas das vezes, estes resíduos são descartados de forma errônea e sem seu devido preparo, agredindo ao meio ambiente.

Com isso, afim de obter uma construção sustentável, o emprego de sistemas construtivos ecologicamente corretos, que economizem ao máximo os recursos naturais e preserve o meio ambiente, vem ganhando bastante interesse das construtoras e dos clientes. Além de proporcionar velocidade no processo construtivo, as técnicas alternativas aumentam significativamente a qualidade no canteiro de obras, devido, na maioria dos casos, à exigência de mão de obra qualificada, além de reduzir o desperdício de materiais e demandar um menor prazo de execução e sustentabilidade da construção.

Dentre os sistemas industrializados empregados na construção civil, por serem métodos inovadores e sustentáveis, além de estarem ganhando notoriedade no país, o presente trabalho abordará sobre o Sistema Construtivo de Concreto-PVC e o Sistema de Contêiner Marítimo, no qual surgem no mercado para alavancar o processo de construção, oferecendo maior facilidade de execução, menores prazos e menos desperdício.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Habitação Social no Brasil**

##### **3.1.1 Origem da Habitação Social**

Conforme Palermo et al. (2007), no final do século XIX, vivia-se um problema social caracterizado por uma precariedade das habitações dos proletariados, devido a uma grande demanda populacional deixar o campo para morar nas cidades, entretanto, sem alternativas de moradia. Esta população morava nos cortiços, no qual viviam em péssimas condições de higiene, constrangimento moral e a exploração do capital privado.

Com o fim do Golpe Militar, de 1964, foi criado o Banco Nacional da Habitação (BNH) e o Sistema Financeiro da Habitação (SFH). Assim, o SFH recolhia uma parte da poupança dos trabalhadores e transferia ao BNH. Entretanto, conforme afirma Bonduki, (2000 apud LATOSINSKI, 2015), este sistema não beneficiava a população de baixa renda e, após enfrentar uma crise, o BNH foi extinto, transferindo seus ativos para a Caixa Econômica Federal (CEF), no qual foi implementado o Ministério das Cidades e criado a Secretaria Nacional de Habitação.

O Ministério das Cidades foi criado com o principal objetivo de decretar e coordenar a Política nacional do Desenvolvimento Urbano. Entre as atribuições do ministério, segundo Lopes (2012), tem-se a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento urbano, de habitação, de transporte urbano e de trânsito, além da promoção de ações nas áreas de urbanização e de saneamento básico e ambiental.

As habitações sociais são executadas por empresas públicas ou privadas, afim de garantir moradia à população de baixa renda, visto que é um direito fundamental de todo cidadão, assegurado pelo art. 6º da Constituição Federal (BRASIL, 1988). Para maior rapidez e produtividade, estas habitações necessitam de métodos construtivos alternativos, que se possa produzir em larga escala, em menor tempo e com verbas reduzidas, garantindo a qualidade, conforto e segurança da moradia.

##### **3.1.2 Déficit Habitacional**

O conceito de Déficit Habitacional está relacionado, principalmente, à deficiência no estoque de moradias, compreendendo as edificações sem condições de habitabilidade, cujo

motivo corresponde à precariedade da construção ou, ainda, devido ao desgaste da estrutura física (IPARDES, 2003). Segundo a Fundação João Pinheiro (2015), este déficit é composto por quatro componentes, sendo eles: domicílios precários (composto pela soma das habitações improvisadas com as rústicas), coabitação familiar (famílias que dividem uma mesma habitação), ônus excessivo com aluguel urbano e adensamento excessivo de domicílios alugados.

De forma geral, o problema habitacional no Brasil está relacionado à insuficiência de renda da população, visto que se tem vários gastos, como o valor da habitação, a falta de um processo sistemático de urbanização e a elevação dos custos do solo urbano, além de que se tem políticas públicas cuja função é proporcionar habitação de interesse social, porém não são eficazes e eficientes (ABIKO, 1998 apud FACCO, 2014).

### **3.2. Industrialização na Construção Civil**

Conforme Salgado (1996), a construção civil iniciou durante o período colonial, caracterizada pela autoprodução e pelo uso da força do trabalho escravo. No final do século XIX, com a expansão dos centros urbanos, houve um aumento na demanda por habitações, ocasionando na divisão da atividade construtiva em subsetores. Atualmente, entretanto, a construção civil apresenta problemas relacionado à baixa produtividade e altos índices de desperdícios devido a utilização do método tradicional, fazendo as construtoras procurarem por alternativas construtivas baseadas na racionalização.

Esta racionalização na construção civil constitui na utilização de componentes pré-fabricados e no sistema construtivo que integra projeto, fabricação, montagem e responsabilidade técnica, sendo caracterizados por ser uma construção modular, capaz de aproveitar ao máximo os materiais, reduzindo desperdício e garantindo uma execução mais eficaz e com qualidade. Dessa forma, o sistema convencional, ainda utilizado em grande escala no Brasil, está dando lugar à métodos industrializados, caracterizados por sua rapidez na execução, proporcionando maior produtividade e visando menor custo, resultando em um maior investimento das empresas em tecnologia e inovações na área da construção civil.

Este processo de industrialização relacionado à construção civil, conforme Facco (2014), está ligado à redução de desperdícios e do volume de resíduos da obra e à diminuição de recursos humanos utilizados como mão de obra, devido à utilização de estruturas pré-fabricadas e equipamentos mecânicos, ocasionando em uma maior produtividade e qualidade do sistema construtivo. Sua execução inicia com a definição do projeto, com suas informações

e especificações, e após decide-se o tipo de projeto para se ter uma produção em série. A última etapa corresponde à montagem das peças, dando origem à edificação.

Esses processos apresentam um alto custo inicial, entretanto, com o desenvolvimento tecnológico, passam a se difundir no meio da construção civil, principalmente por serem capazes de reduzir o custo total da obra, geralmente apresentando carácter sustentável, e diminuir a utilização do método convencional, que constitui em um método capaz de gerar grande quantidade de resíduo e possui baixa produtividade (EGÊA, 2004).

### **3.3. Sustentabilidade na Construção Civil**

Segundo Santos (2015), o conceito de Sustentabilidade tem origem no Relatório Brundtland, publicado em 1987, elaborado pela Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMD), no qual ficou definido que o desenvolvimento sustentável corresponde àquele capaz de satisfazer as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas necessidades. Este conceito se fundamentou em modelos da construção civil que propõem soluções que consideram todos os elementos do meio ambiente que são afetados por uma construção.

A partir do momento em que a sociedade exigiu por práticas e ações que visassem redução dos impactos ambientais, surgiram os sistemas construtivos sustentáveis, em que se utilizam de materiais ecologicamente corretos, no qual há economia no uso de recursos naturais e redução na emissão de gases de efeito estufa (FERREIRA; CARVALHO; ELLIOTT, 2010). Conforme Souza (2017), a arquitetura da atualidade tem buscado soluções de carácter sustentável, visando a preservação do meio ambiente, através da eficiência energética, análises bioclimáticas, uso dos recursos locais como determinações de projeto e reaproveitando de materiais que seriam descartados no meio ambiente.

Assim, para que uma construção seja considerada sustentável, é necessário que seja projetado de forma que não cause impacto ao meio ambiente, utilizando subprodutos, reutilizando e/ou reciclando os materiais, ou usando materiais reciclados. Existem nove princípios para que a construção se torne sustentável, que correspondem ao: planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia de água; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termoacústico; uso racional de materiais e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis (IDHEA, 2007 apud MAIA, 2018). Logo, a escolha dos materiais a

serem utilizados na construção é de suma importância para que atinjam as exigências da construção sustentável. Deve ser levado em consideração a poluição do ar e da água durante sua fabricação, a geração de resíduos e se podem ser reutilizados ou reciclados.

Em relação ao sistema construtivo utilizando Contêiner Marítimo, este possui caráter sustentável a medida em que se tem reaproveitamento destas embalagens, uma vez que elas possuem vida útil de apenas 10 anos, pois sua manutenção, após esse tempo, passa a ser economicamente inviável, sendo estes materiais descartados, ocupando espaços úteis e prejudicando a produtividade de grandes transportadoras (GIANESINI; KIELING, 2014).

Conforme Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2012), os Resíduos da Construção Civil (RCC) são formados, basicamente, por 63% argamassa, 29% concreto e blocos, 7% outros e 1% orgânicos. Dessa forma, devido este método não utilizar argamassas, concreto e blocos, pois o contêiner já corresponde à própria estrutura da edificação, se tem uma economia de, aproximadamente, 92% da geração de RCC.

O Método Construtivo Concreto-PVC também apresenta como vantagem a sustentabilidade, proveniente da união entre o concreto e o PVC. Vanderley John afirma que este sistema é caracterizado por ser sustentável devido ao baixo custo de manutenção e longa vida útil, além de que, para obras de pequeno porte, pode-se utilizar agregados reciclados e com concreto de menor classificação, para preenchimento dos perfis (BRASKEM, 2007 apud CHANAN, 2016).

A Royal do Brasil (2011) realizou uma pesquisa na qual comparou, entre os métodos convencional e de concreto-PVC, a quantidade de água utilizada na execução de uma obra de padrão popular com 43 m<sup>2</sup> de área, e constatou uma redução de consumo de água de, aproximadamente, 73%, como visto no quadro 1, refletindo em um menor impacto ambiental.

Quadro 1 - Comparativo de Consumo de Água.

Casa de 43m <sup>2</sup> de área total padrão Popular		
DESCRIÇÃO	CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL (litros)	CONSTRUÇÃO COM CPVC (litros)
Umedecer tijolos	2400	0
Argamassa para assentamento	800	0
Argamassa para rebocos	900	0
Consumo humano	480	75
Perdas variadas	1600	200
Concreto das paredes	130	936
Concreto das fundações	672	672
<b>Totais</b>	<b>6982</b>	<b>1883</b>

Fonte: Royal, 2011.

### 3.4. Sistema Construtivo em Contêiner Marítimo

#### 3.4.1 Histórico

Nos primórdios da navegação marítima, as mercadorias eram transportadas por tonéis, visto que era a maneira mais prática devido à dificuldade nas operações de embarque e desembarque destas mercadorias (SANTOS, 1980). Com o desenvolvimento da engenharia naval e a industrialização, surgiram navios com grandes capacidades e mercadorias manufaturadas com dimensões que as impossibilitavam de serem transportadas por essas embalagens, surgindo a necessidade de embalagens padronizadas internacionalmente.

Segundo Santos (1980), a falta de uma unidade padrão internacional de medida afetava, sobretudo, o transporte marítimo, visto que não era possível reestruturar suas dimensões com a mesma simplicidade que os caminhões, além de serem obrigados a receber produtos das mais diversas padronagens. Entretanto, apenas em 1950 que as nações começaram a ditar normas para essa padronização, surgindo duas propostas: a International Standards Organization (ISO), na Europa, e a American Standards Association (ASA), nos Estados Unidos.

Em 1955, o norte-americano Malcom Purcell McLean (figura 1), dono de uma empresa de transporte de mercadoria, comprou uma companhia de navegação e decidiu transportar os reboques de seus caminhões através de navios (KOTNIK, 2013). Com isso, adquiriu navios preparados para transportar suas embalagens com dimensões de 35x8x8 1/2 pés, na qual foram chamadas de contêiner, facilitando o processo de logística das mercadorias, revolucionando o transporte de cargas e o comércio internacional.

Figura 1 - Malcom Purcel Mclean, criador do contêiner.



Fonte: DOMINGOS, 2014.

Entretanto, os contêineres foram reconhecidos apenas em 1968, na qual a padronização desta embalagem passou a atender aos padrões, especificações e dimensões propostas pela ISO. Baseado nas especificações e normas técnicas desta organização que o Brasil fundamentou suas instruções técnicas para uso e fabricação de contêineres (SANTOS, 1980). Segundo Ribeiro (2011), com o passar dos anos, com a variedade de mercadorias transportadas, estas embalagens passaram a ser dimensionadas em vários comprimentos, alturas e capacidades, porém, mantendo a largura de 8 (oito) pés, adequado para o transporte rodoferroviário e marítimo, permitindo o transporte intermodal.

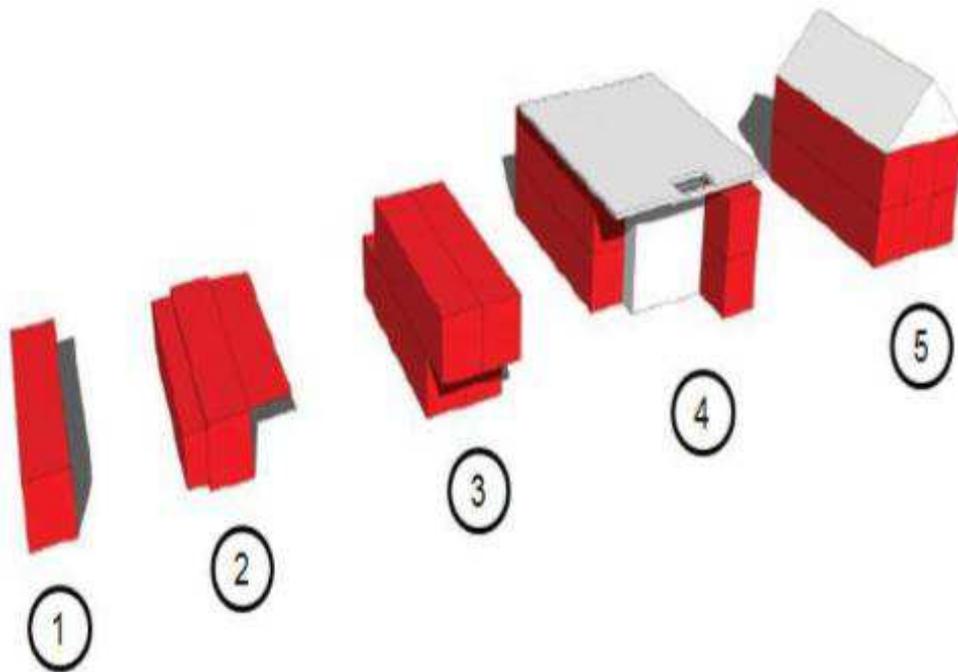
Em relação à arquitetura, conforme Robinson e Swindells (2012), antes destes contêineres se tornarem populares nesta área, foram utilizados como barracos e abrigos em países emergentes. Além disso, na Segunda Guerra Mundial, o exército americano os utilizou como pequenos centros médicos, devido sua fácil movimentação, além de auxiliar no transporte de suprimentos para suas tropas (RIBEIRO, 2011). Na última década, a utilização dos contêineres entrou no campo da arquitetura não mais restringido à abrigos temporários ou emergencial, mas sim como um sistema construtivo para os mais variados tipos de edifícios, como habitações residenciais, prédios comerciais, ou ainda, edificações móveis.

Nos Estados Unidos, na última década, houve um acúmulo de contêineres em desuso, devido ao desequilíbrio entre importações de mercadorias vindas da Ásia em grande quantidade. Visto que as exportações eram em menor número, era necessário enviar contêineres vazios à suas origens com alto custo de frete, tornando a compra de novos uma alternativa mais vantajosa do que enviá-los vazios (GADAROWSKI, 2014). O excesso de contêineres nos pátios portuários contribuiu para dar novas finalidades para este material, aumentando o interesse em nível mundial, principalmente, em construções de edifícios.

De acordo com Portal Metálica (2015), o uso de contêineres para construção no Brasil é recente, sendo a primeira loja em contêiner feita em 2010, para a empresa Container Ecology Store. No ano seguinte, em 2011, foi executado a primeira residência utilizando este material. A obra foi realizada em São Paulo, pelo arquiteto Danilo Corbas, que propôs soluções inovadoras e arquitetura com alto nível de complexidade. Kotnik (2013) afirma que este método construtivo tomou gosto dos arquitetos a medida em que apresenta eficiência em termos de custo, além de serem materiais modulares, pré-fabricados e de fácil transporte. Soma-se, ainda, o fato de apresentarem um caráter sustentável, por serem recicláveis e reutilizáveis, e, também, por permitirem uma infinidade de arranjos arquitetônicos, dependendo da forma como são agrupados.

A utilização destes contêineres na construção civil apresentou um avanço na forma como eram agrupados para dar origem às edificações. Inicialmente, os projetos utilizando contêineres foram realizados com um único módulo, que seria suficiente para criação de espaço de moradia. Após, conforme este tipo de construção foi evoluindo, surgiram residências com volumes maiores que as dimensões padrão do contêiner, utilizando o espaço de forma mais eficiente. A terceira etapa da evolução da arquitetura condiz ao empilhamento de várias unidades, com remoção de paredes intermediárias, permitindo novos arranjos com melhor aproveitamento do espaço interno. Após isso, com o tempo, passou a utilizar o contêiner combinado com outros materiais de construção, resultando em projetos mais dinâmicos e inovadores. Assim, a evolução da arquitetura mostra, ainda, a última etapa, na qual houve uma incorporação de características de construção pré-fabricadas, permitindo esconder ou personalizar sua aparência industrial (KOTNIK,2013). A figura 2 apresenta a evolução, descrita acima, da arquitetura em contêiner, sendo possível verificar as cinco etapas abordadas.

Figura 2 - Evolução da arquitetura em contêiner



Fonte: KOTNIK, 2013.

Ainda há necessidade de estudos mais aprofundados no âmbito da utilização de contêineres na construção civil, entretanto, já se pode observar que por possuírem um caráter sustentável e por reduzir o custo da obra, além de apresentar um aspecto industrial e moderno, estas embalagens estão cada vez mais ganhando espaço no mercado consumidor, na área da construção.

### 3.4.2 Características Gerais do Contêiner Marítimo

Os contêineres constituem em um recipiente feito em aço, alumínio ou fibra, geralmente em grandes dimensões, destinados ao acondicionamento e transporte de cargas, em transporte marítimo, terrestre e aéreo, para longas distâncias. Segundo Milaneze et al. (2012), sua vida útil corresponde, em média, 10 anos, na qual após esse período sua manutenção se torna economicamente impraticável e são descartados nas cidades portuárias sendo necessário encontrar um destino correto para estas peças, devido serem feitas de materiais metálicos e não biodegradáveis.

O artigo 4º do Decreto nº 80.145 de 15 de agosto de 1977 que dispõe sobre a unitização, movimentação e transporte, inclusive intermodal, de mercadorias em unidades de carga, e dá outras providências, define mais precisamente o que corresponde à um contêiner:

*O container é um recipiente construído de material resistente, destinado a propiciar o transporte de mercadorias com segurança, inviolabilidade e rapidez, dotado de dispositivo de segurança aduaneira e devendo atender às condições técnicas e de segurança previstas pela legislação nacional e pelas convenções internacionais ratificadas pelo Brasil (BRASIL, 1977, p. 01).*

As dimensões e características dos contêineres são normalizados pela ISO 668:2013, na qual possui sua estrutura formada por perfis verticais e horizontais, em aço corten, e seus fechamentos laterais e posterior são em painéis em chapa corrugada, soldados à estrutura principal de modo a aumentar a resistência do contêiner. Seu fechamento superior, também em chapa corrugada, deve suportar até 200 kg sem danificar a estrutura. Existem, ainda, duas portas com travas em sua estrutura e seu piso é composto por chapas de compensado de madeira de 28 mm, fixadas por parafusos (SAWYERS, 2008).

Os contêineres são criados seguindo um padrão modular. Visando reforça-los, melhorar seu transporte, planejamento e simplificar seu design, seus módulos podem ser combinados com outros tipos de estruturas. A estrutura do contêiner é considerada estável, por ser preparada para suportar difíceis condições, como terremoto, furacão e incêndio. Por ser capaz de suportar até dez vezes seu próprio peso, é possível formar agrupamentos estáticos com oito unidades vazias de altura no sentido transversal e com três unidades vazias no sentido longitudinal. Isso justifica-se devido às cargas horizontais serem suportadas e transmitidas das vigas para os pilares e por serem direcionadas para os pontos de apoio da estrutura.

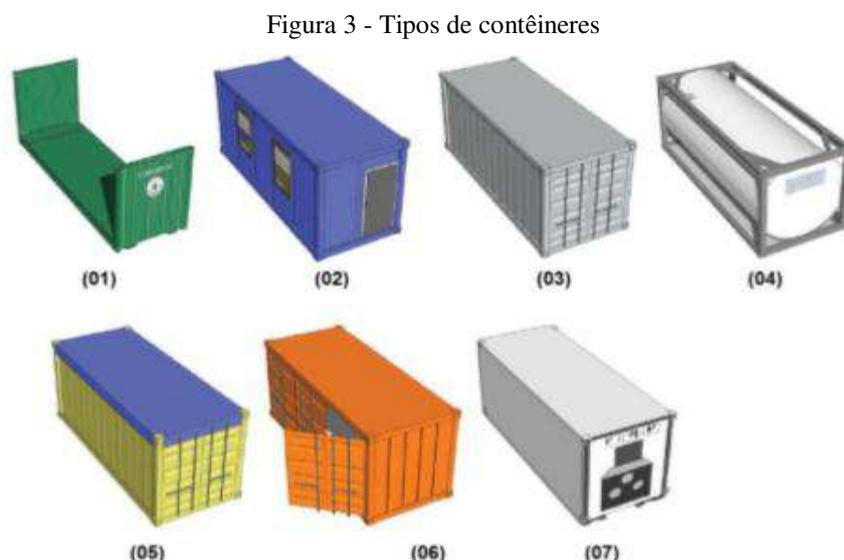
Na construção civil, para que estes recipientes possam ser utilizados, é necessário que sejam submetidos ao tratamento antiferrugem e pintura impermeabilizante, e ainda, que passem por uma reforma, caso seja uma peça reutilizada, na qual são adaptadas com aberturas

de janelas e portas, seguindo o projeto arquitetônico, e suas superfícies são regularizadas (KEELER; BURKE, 2010). Se realizar a correta manutenção, preventiva e corretiva, durante os anos de utilização, sua vida útil pode chegar a cerca de 100 anos. Sendo que sua manutenção corresponde à pintura de sua superfície, em tempos periódicos, a fim de evitar problemas com corrosão. Além disso, deve-se ter cuidado ao realizar aberturas e furos, após executado a obra, para que não deixe áreas sem proteção aos ataques corrosivos.

### 3.4.3 Tipos de Contêiner

De acordo com Kotnik (2013), existem no mercado uma série de modelos de contêineres diferentes, os quais variam em relação à forma, tamanho e resistência, sendo que suas dimensões variam de acordo com seu tipo de uso. Os mais comuns disponíveis correspondem aos contêineres de 20, 40 e até 45 pés, compreendendo, respectivamente, ao volume de 33,1m<sup>3</sup>, 67,5m<sup>3</sup> e 86,1 m<sup>3</sup>.

Existem no mercado vários tipos de contêineres, fabricados segundo sua finalidade de uso. O mercado já fabrica contêineres que são exclusivos para construção civil. A figura 3 apresenta os modelos existentes, sendo, respectivamente: flat-rack contêiner; contêiner para construção; contêiner de transporte de carga; contêiner tanque; contêiner com abertura superior; contêiner com abertura lateral e contêiner refrigerado.



Fonte: KOTNIK, 2013.

Dentre os modelos de contêineres marítimos disponíveis na indústria, os mais utilizados para construção civil são: Dry Standard, High Cube e Open Side, sendo este último utilizado em menor escala. Esses tipos são mais comumente usados devido suas dimensões

serem proporcionais à uma construção comum e devido o tipo de carga transportado durante sua vida útil não ser tóxico.

Embora estes contêineres tenham sido fabricados com a finalidade de transporte de mercadorias, seus espaços internos permitem que pessoas o ocupem, tendo em vista que apresentam alturas proporcional à uma residência convencional, justificando sua utilização para construção civil.

### 3.4.3.1 Contêiner *Dry Standard*

Os contêineres do tipo *Dry* são os modelos mais utilizados no setor de transporte para carregamento de cargas secas e para estocagem de cargas não perecíveis, grãos, materiais e veículos. Segundo Santos (1980), este tipo de contêiner é caracterizado por ser totalmente fechado e possuir duas portas traseiras para carga e descarga, podendo apresentar medidas diferentes. Existem no mercado dois tipos de contêineres *Dry Standard* correspondentes à: *Dry Box 20'* e *Dry Box 40'*. Apresentam as mesmas larguras e altura, diferindo entre si apenas em relação ao comprimento e, conseqüentemente, à sua capacidade de carga. Os quadros 2 e 3 mostram as características destes recipientes.

Quadro 2 - Características do Contêiner *Dry Box 20'*

<b>CONTÊINER DRY BOX 20'</b>			
<b>Comprimento:</b>	20 pés		
<b>Capacidade de Carga:</b>	21,60t / 33,20m <sup>3</sup>		
<b>Dimensões:</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
<b>Externas</b>	6,06	2,44	2,59
<b>Internas</b>	5,90	2,35	2,40

Fonte: SANTOS, 1980 (Adaptado pelo autor).

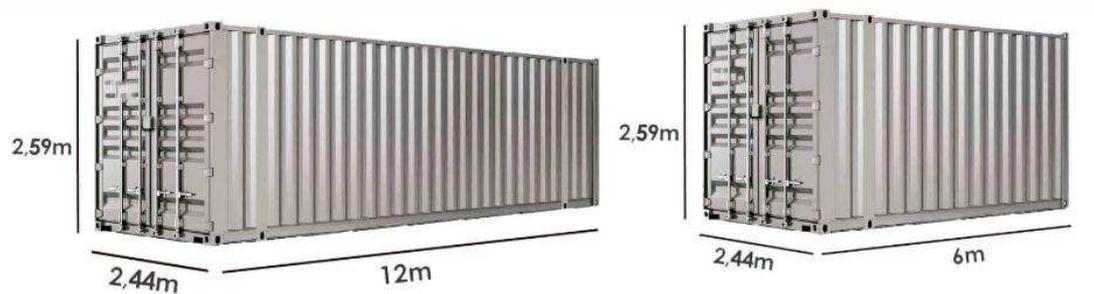
Quadro 3 - Características do Contêiner *Dry Box 40'*

<b>CONTÊINER DRY BOX 40'</b>			
<b>Comprimento:</b>	40 pés		
<b>Capacidade de Carga:</b>	26,50t / 66,70m <sup>3</sup>		
<b>Dimensões:</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
<b>Externas</b>	12,19	2,44	2,59
<b>Internas</b>	12,02	2,35	2,40

Fonte: SANTOS, 1980 (Adaptado pelo autor).

A figura 4 mostra a comparação entre o contêiner *Dry Box 40'* (à esquerda) e *Dry Box 20'* (à direita), detalhando suas respectivas dimensões.

Figura 4 - Comparação entre os contêineres *Dry Box 40'* e *Dry Box 20'*



Fonte: MIRANDA CONTAINER, 2015.

#### 3.4.3.2 Contêiner High Cube

Os contêineres *High Cube*, usados para carregamento de produtos não perecíveis que apresentam baixo peso, apresentam características semelhantes aos contêineres *Dry Box*, diferenciando apenas pela sua altura, no qual são maiores 30 centímetros, comparado ao *Dry* (SANTOS, 1980). Essa característica lhe permite carregar maior quantidade de carga e a desenvolver edificações com alturas mais elevadas, causando mais comodidade aos usuários. O quadro 4 apresenta suas principais características.

Quadro 4 - Características do Contêiner *High Cube*.

<b>CONTÊINER HIGH CUBE</b>			
<b>Comprimento:</b>	40 pés		
<b>Capacidade de Carga:</b>	26,30t / 76,70m <sup>3</sup>		
<b>Dimensões:</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
<b>Externas</b>	12,19	2,44	2,90
<b>Internas</b>	12,02	2,35	2,70

Fonte: SANTOS, 1980 (Adaptado pelo autor).

Na figura 5 é possível observar o desenho esquemático de um Contêiner *High Cube 40'*, mostrando suas respectivas dimensões.

Figura 5 - Contêiner *High Cube*

Fonte: ANDREOLLI, 2017.

### 3.4.3.3 Contêiner *Open Side*

O contêiner *Open Side*, conforme Santos (1980), possui as medidas e estruturas padrões dos contêineres *Dry*. Entretanto, se diferencia por apresentar apenas três paredes, sendo que uma de suas laterais é aberta. Isso lhe permite que possa ser usado com baias internas, separando ambientes ou, ainda, para transporte de animais ou cargas que precisem de uma largura maior. A figura 6 mostra um exemplo deste tipo de contêiner.

Figura 6 - Contêiner *Open Side*.

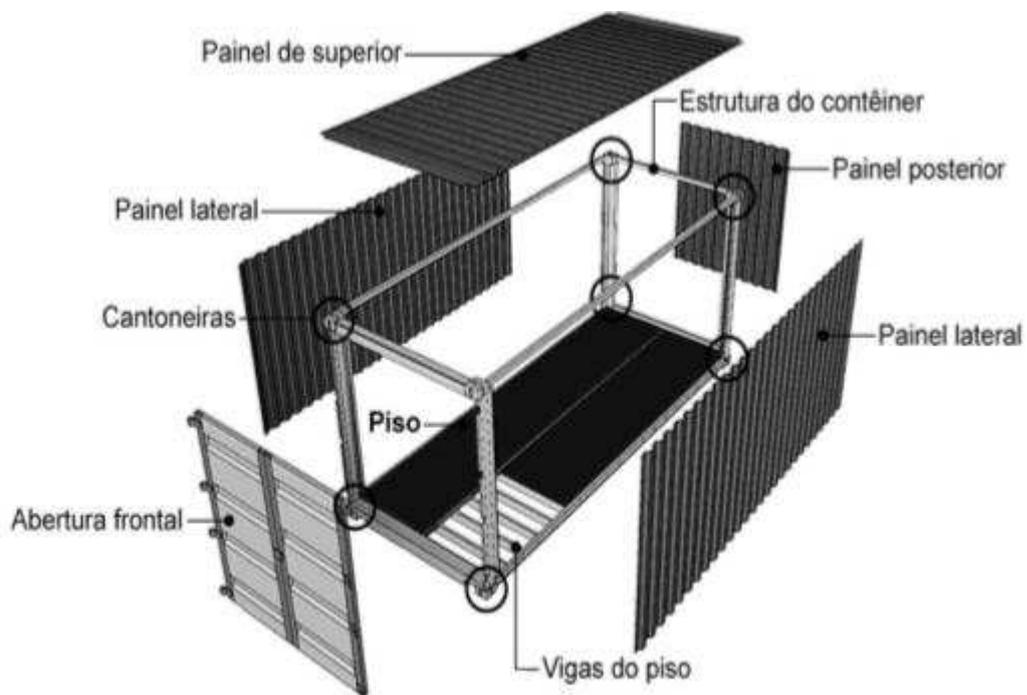
Fonte: OXYMONTAGE, 2015.

### 3.4.4 Estrutura do Contêiner Marítimo

O contêiner constitui em uma caixa retangular modulada, feita de chapas metálicas bem resistentes, constituída de metais não biodegradáveis, tais como aço, alumínio ou fibra em formação. Sua principal finalidade consiste em transportar cargas em navios e trens, porém, após 10 anos de vida, em média, estas embalagens são descartadas nos pátios portuários, devido a regulamentação. Com isso, o material passa a ser usado para outras finalidades, como na construção civil a fim de reduzir custos e impactos ambientais, além de proporcionar rapidez na execução da obra.

A estrutura do contêiner, conforme visualizada na figura 7, é formada por quatro vigas superiores e quatro inferiores (também chamados de longarinas), que se conectam através de quatro pilares (ou montantes), posicionados um em cada canto do contêiner, formando uma estrutura intertravada e rígida. Existem cantoneiras em cada pilar que servem para auxiliar no travamento do conjunto. A envoltória é formada pelo piso, que possui um trilho de conexão intermediário soldado às vigas inferiores e serve, ainda, como sustentação para a placa de compensado aparafusada sobre a estrutura do chão; o painel frontal, formado por uma porta de duas folhas, composta por dobradiças soldadas nos pilares; e os painéis laterais, superior e posterior, soldados nas vigas perimetrais (SLAWIK et al, 2010).

Figura 7 - Componentes de um contêiner



Ainda segundo Slawik et al. (2010), os painéis das laterais e cobertura, soldados na estrutura do contêiner, são feitos de chapas de aço trapezoidal, por ser rentável e mais fácil de reparar, além de apresentar maior rigidez se comparado à chapa lisa e plana. Já o piso é feito de madeira, geralmente tábua ou compensado, na qual abaixo deste é disposto vigas transversais de aço para aumentar a resistência do conjunto.

Vale ressaltar que as laterais e fundo dos contêineres desempenham uma participação importante na rigidez do conjunto. Assim, durante o processo de adaptação deste recipiente para utilização em uma construção, deve possuir o cuidado de estruturar os vãos originados pela remoção dessas partes.

### 3.4.5 Processo de Execução

#### 3.4.5.1 Seleção do Contêiner

Ao se optar por executar uma obra usando o método construtivo em contêiner, a primeira etapa condiz na escolha deste contêiner. Segundo Castilho e Ikegami (2015), é primordial obter conhecimento, primeiramente, da sua procedência. É obrigatório que o contêiner seja nacionalizado para ser possível fazer alterações em sua estrutura, pois isso ocasionará em alterações em suas características originais. Ao adquirir um contêiner, é necessário exigir os documentos referentes aos impostos de nacionalização, pagos no ato da compra.

Os documentos necessários consistem na Licença de Importação (LI) e Documento de Importação (DI), ambos com número de registro do contêiner que deverá ser verificado se consiste no mesmo número encontrado na placa de identificação *Container Safety Convention* (CSC), conforme mostrado na figura 8 a seguir, que representa a validação que todo container marítimo precisa para transporte internacional (CASTILHO; IKEGAMI, 2015).

A licença de importação consiste em um documento emitido pelo Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX), na qual contém informações de natureza comercial e financeira do produto a ser importado. O DI, por sua vez, consiste naquele relativo ao processo aduaneiro de importação de mercadorias, na qual serve para provar que o produto está sendo adquirido de forma legal, com seus impostos devidamente pagos.

Figura 8 - Identificação do contêiner na placa CSC.



Fonte: XAVIER, 2015.

Após isso, deverá ter cuidado a respeito dos riscos radioativos e biológicos. É feita uma análise do contêiner e emitido laudos de descontaminação, entregues no ato da compra, garantindo que estes contêineres não apresentarão risco a saúde, visto que é impossível se conhecer tudo que foi transportado por ele durante seu uso no transporte internacional. Este laudo deverá ser elaborado por técnicos capacitados, com conhecimentos nos critérios internacionais de inspeção de contêineres marítimos, sendo um deles o *Institute of International Container Lessors (IICL)* (CASTILHO; IKEGAMI, 2015). A figura 9 apresenta um contêiner sujeito ao ataque químico, percebido pelos aspectos internos de suas chapas laterais.

Figura 9 - Ataque químico nas chapas laterais do contêiner



Fonte: XAVIER, 2015.

Os contêineres, após comprados e nacionalizados, deverão receber um tratamento antiferrugem e uma pintura, para só depois poderem ser encaixados através de um sistema de engates para o transporte (KEELER; BURKE, 2010). Com todas essas etapas concluídas e com o projeto arquitetônico definido, é verificado quantos módulos serão necessários para executar a construção, além de saber quais as adaptações que deverão ser feitas, utilizando, dessa forma, o contêiner da melhor maneira.

#### 3.4.5.2 Adaptação do contêiner como sistema estrutural

No processo da construção utilizando contêiner, um ponto crítico consiste na sua adaptação segundo o projeto, pois é nesta etapa que é efetuado os cortes, o que exige uma mão de obra qualificada. Muitos cortes enfraquecem a estrutura do contêiner, tornando necessário realizar reforços estruturais. Além disso, devido ao contêiner ser autoportante, este é sustentado pelas suas quatro extremidades, e quando se tem muitos cortes, deve-se implementar mais pontos de apoio, aumentando o número de fundações. É recomendado que estes cortes sejam feitos dentro de oficinas preparadas, com equipamentos apropriados (MINHA CASA CONTAINER, 2016).

É fundamental que as medidas dos cortes sejam bem definidas e marcadas no contêiner, pois após cortada, a chapa não possui mais a qualidade do original. Além disso, deve-se ter cuidado ao realizar as soldas, visto que podem gerar eletrólise, ficar porosas ou esteticamente feias, podendo ocasionar em futuras infiltrações e corrosões (OLIVEIRA, 2016).

Os cortes em contêiner, em geral, são efetuados utilizando lixadeiras e maçaricos mostrado na figura 10, entretanto existem métodos mais sofisticados e eficazes como a utilização de máquinas de corte a plasma, contudo isso eleva o custo do serviço (CASTILHO; IKEGAMI; KOCHANOWSKI, 2015). Após recortados, são instalados os requadros no painel e lixados. Estes devem ser do mesmo material do contêiner, para evitar possíveis corrosões originadas por ligas metálicas diferentes. Após, é realizado a limpeza para remoção de graxa ou óleo, o tratamento abrasivo e a pintura externa.

Existem locais na estrutura do contêiner que não podem ser cortados ou alterados, pois estes são responsáveis por sustentá-lo, no qual consistem nas estruturas principais, longarinas laterais superiores e inferiores e postes identificados, como se observa na figura 11 (CASTILHO; IKEGAMI; KOCHANOWSKI, 2015).

Figura 10 - Corte de chapa com maçarico



Fonte: CASTILHO, IKEGAMI E KOCHANOWSKI, 2015.

Figura 11 - Longarinas laterais superior e inferior e poste



Fonte: CASTILHO, IKEGAMI E KOCHANOWSKI, 2015.

Para vãos com medidas superiores a  $1/3$  do comprimento do contêiner ou sempre que uma lateral for totalmente removida, é necessário realizar um reforço estrutural para enquadrar a abertura, colaborando para suportar o teto e a carga do vento. Estes reforços podem ser feitos utilizando vigas ou colunas “I” ou tubos retangulares metálicos do tipo Metalon. Além disso, para manter a estabilidade lateral do contêiner, recomenda-se deixar uma faixa mínima dessa lateral.

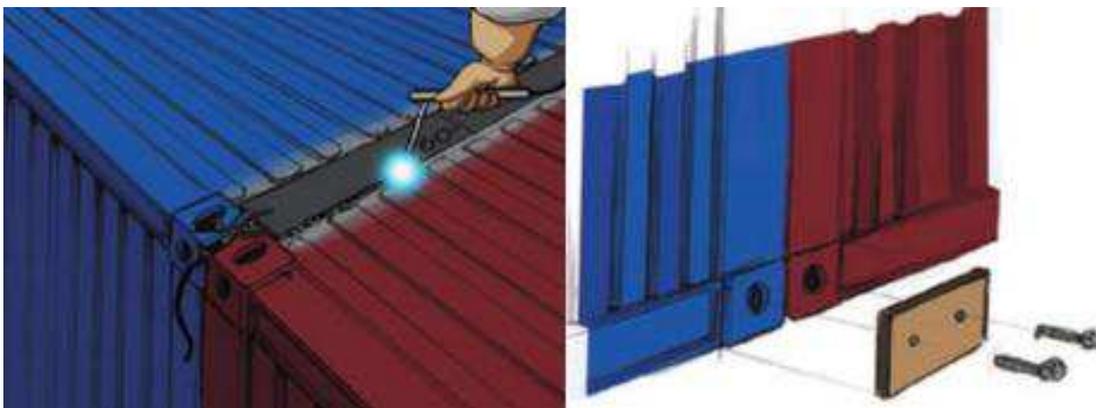
### 3.4.5.3 Interligação de Contêineres

Segundo Domingos (2014), o projeto utilizando contêineres caracteriza-se pela sua modularidade, limitando o *layout* interno, porém, ao contrário do que se pode imaginar, estes em conjunto permitem uma diversidade de arranjos espaciais. Existem duas maneiras na qual as construções com contêiner podem ser estruturadas, conforme Kotnik (2010) empilhados uns junto aos outros, sem nenhuma separação; ou podem ser combinados com espaçamento entre eles.

Ao uni-los, é necessário que se tenha cuidado em deixar a interface entre os módulos feita de forma que estes se comportem como um grande bloco. Há três tipos de interfaces, na qual consistem nas verticais, executadas em paredes; nas inferiores, executadas nos fundos; e nas superiores, executadas no teto.

Segundo Fossoux e Chevriot (2013), a interface superior deverá ser a primeira a ser executada por causar estabilidade para o contêiner. Coloca-se uma chapa de aço na união dos contêineres e as fixas com solda horizontal em cada lado em cada um dos contêineres. Em relação à interface da parte inferior, pode ser realizada utilizando do próprio encaixe padrão do contêiner, utilizando chapas metálicas para integrar os dois módulos por meio de parafusos. Para melhor entendimento, pode ser visualizada, na figura 12, ambas interfaces de ligação.

Figura 12 - Interface superior (à esquerda) e interface inferior (à direita) entre contêineres



Fonte: FOSSOUX E CHEVRIOT, 2013.

Em relação à ligação com alvenaria, geralmente solda-se duas cantoneiras paralelas ou perfis U no contêiner, para encaixar a alvenaria. Contudo, deixa-se uma folga para que a alvenaria trabalhe desvinculada da estrutura metálica (FOSSOUX; CHEVRIOT, 2013).

#### 3.4.5.4 Instalações Hidrossanitária, Elétrica e SPDA

Os sistemas elétrico e hidrossanitário são executados da mesma forma que obras convencionais. Basicamente, as tubulações e dispositivos pertencentes à estas instalações devem ser posicionadas antes de inserir o isolamento interno do contêiner. Elas podem ser executadas externamente, devendo ter cuidado com os efeitos das intempéries, ou internamente, sendo levados em consideração no projeto arquitetônico, uma vez que podem diminuir os ambientes internos.

As instalações elétricas são executadas com tubulações convencionais, normalmente, utilizando tubos rígidos da cor amarela, para diferenciar das tubulações hidráulicas, que são usados tubos pretos. Entretanto, nas instalações hidráulicas, é indicado usar tubos PEX, que consistem em tubos flexíveis de polietileno reticulado. Isso se deve ao fato de serem resistentes à altas temperaturas, permitindo a passagem de água fria e quente. Na figura 13 pode ser visualizado as tubulações elétricas sendo instaladas na estrutura da edificação utilizando contêiner marítimo.

Figura 13 - Instalações Elétricas do contêiner



Fonte: CONSTRU-BASICO, 2016.

O contêiner, devido seu caráter metálico, por questões de segurança, deverá possuir um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) atendendo às normas NBR 5419 e NBR 5410. Uma das formas de proteção consiste em uma malha de aterramento interligada à uma barra de equipotencialização, que geralmente constitui numa haste ligada à terra. Outra forma consiste em colocar uma camada de revestimento em brita, para isolamento

do solo, e sob esta camada, inserir uma malha de aterramento elétrico. Existem no mercado kits SPDA bastante usados neste método construtivo, que devem ser colocados antes da locação.

#### 3.4.5.5 Isolamento Termoacústico

Devido ao contêiner ser feito de aço, este se caracteriza como um ótimo condutor de calor e péssimo isolante acústico. Dessa forma, nesse tipo de construção, para torna-lo habitável, deve ter cuidado em deixar aberturas que permitam ventilação cruzada, além de utilizar isolamento termoacústico para garantir conforto aos usuários.

O conforto térmico, conforme Domingos (2014), consiste no estado de satisfação que se tem em relação à temperatura ambiente e umidade. Fisicamente, corresponde em equilibrar o calor do corpo com o calor perdido para o meio ambiente. Conforto acústico, por sua vez, condiz em um ambiente proporcionar uma boa inteligibilidade da fala, sem sons indesejados, permitindo uma sensação de bem-estar.

O contêiner permite utilizar qualquer tipo de sistema de isolamento termoacústico, entretanto deve-se considerar que ao aplicar camadas muito espessas internamente, a área útil diminuirá (SLAWIK et al., 2010). Vale ressaltar que as camadas termoacústicas podem ser aplicadas interna e externamente. O isolamento interno é utilizado, geralmente, quando se deseja manter as laterais e o fundo de metal original do contêiner. É mais barato que o externo, porém não garante isolamento total do interior. Por sua vez, o isolamento externo envolve completamente a edificação, sem deixar espaços para perda de energia, entretanto, possui um custo mais elevado.

Existem uma variedade de possibilidades de isolamento termoacústico que podem ser utilizados neste sistema construtivo. De acordo com Domingos (2014), segue abaixo alguns exemplos:

- a) Argila expandida: ótimo isolante termoacústico, consiste em um agregado graúdo leve, arredondado, que apresenta micro porosidade fechada, possibilitando utiliza-la nas coberturas dos contêineres. Para aplica-la, basta espalhar o material no local até formar uma camada de 5 a 10 cm de espessura;
- b) Piso de Cortiça: devido à cortiça apresentar um desempenho de bom isolante, são usados, principalmente, em revestimentos externos, podendo ser integrandos tanto nas paredes quanto no teto, abafando o som. A figura 14 mostra este tipo de isolamento;

Figura 14 - Piso de Cortiça



Fonte: DOMINGOS, 2014.

- c) Manta fina de poliéster: formada por fibras originadas de garrafa PET, sua principal função é de isolamento acústico e pode ser aplicada entre a chapa do contêiner e o piso. A figura 15 mostra este tipo de isolamento;

Figura 15 - Manta Fina de Poliéster



Fonte: DOMINGOS, 2014.

- d) Fibra cerâmica: possui grande capacidade de isolamento térmico e, por ser leve, pode ser usado em locais de difícil acesso. Caracteriza-se por resistir à tração e corrosão, além de apresentar baixa condutibilidade térmica e baixo armazenamento de calor. A figura 16 mostra este tipo de isolamento;

Figura 16 - Fibra Cerâmica



Fonte: DOMINGOS, 2014.

- e) Lã de rocha: pode ser encontrado como manta ou placa, e caracteriza-se por ser um excelente isolante termoacústico, além de ser um material inócuo, incombustível e perene. A figura 17 mostra este tipo de isolamento;

Figura 17 - Lã de rocha



Fonte: DOMINGOS, 2014.

- f) Lã de vidro: é considerado o melhor isolante termoacústico, por apresentar uma absorção acústica excelente e baixa condutibilidade térmica. Encontra-se no mercado sob vários formatos, tais como mantas, painel, feltro, e pode ser utilizado em várias partes da construção, como cobertura, paredes, forros, telhas, etc. A figura 18 mostra este tipo de isolamento;
- g) Lã de Pet – *Isosoft*: originada da reciclagem de garrafas pet, é considerada ótima isolante termoacústica e, por possuir caráter sustentável, vem substituindo a lã de rocha e lã de vidro em obras ecologicamente corretas. A figura 19 mostra este tipo de isolamento;

Figura 18 - Lã de vidro



Fonte: DOMINGOS, 2014.

Figura 19 - Lã de Pet



Fonte: DOMINGOS, 2014.

- h) Tinta isolante térmica: consiste em um revestimento elastomérico à base de água, utilizado com impermeabilizante de áreas molhadas, lajes, telhados, paredes. Consegue refletir até 60% da incidência dos raios solares e abafa o barulho proveniente de chuvas em até 60%;
- i) Películas de vidro: consiste em uma película transparente, feita com nanotecnologia não metalizada. Tem a capacidade de proteger do calor, rejeitando a luz infravermelha em até 97% e 99,9% dos raios ultravioletas.

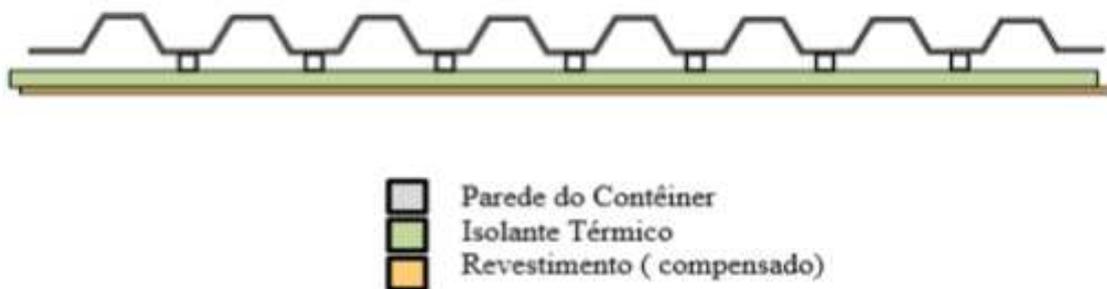
#### 3.4.5.6 Divisória, Revestimento, Pintura e Acabamento

Para garantir uma maior durabilidade, o contêiner deve passar por um tratamento para curar existentes ou futuras oxidações, ferrugem, corrosão, etc. (OLIVEIRA, 2016). Segundo Slawik (2010), é recomendado realizar um lixamento em todo contêiner, dentro e fora, em todos os cantos, principalmente onde haja corrosão e oxidação.

Oliveira (2016) sugere que após realizar a limpeza, deve-se pintar o contêiner, dentro e fora, com um material anticorrosivo, sendo que a pintura interna não necessita de um acabamento perfeito, tendo em visto que receberá revestimento. A pintura externa pode ser de esmalte sintético, tinta automotiva ou tinta à base de poliuretano.

Após colocar o isolamento termoacústico e as instalações elétricas e hidrossanitárias, para cobri-los deverá ser instalado algum revestimento em seu interior, tanto nas paredes como no teto, dando o acabamento desejado à obra. No teto, geralmente, utiliza-se a colocação de forros. As paredes extremas da edificação, formadas pelas placas do contêiner, portanto, serão formadas por camadas, conforme ilustrado na figura 20.

Figura 20 - Esquema usual de uma parede de casa contêiner



Fonte: GIANESINI E KIELING, 2014.

Há uma variedade de materiais que podem ser usados para revestimento, como gesso acartonado, placas de compensado, placas OSB, placas cimentícias e chapas de MDF. E para o acabamento final, existe a possibilidade de revestimento argamassado com cerâmica ou porcelanato, papel de parede, dentre outros.

Em relação ao piso, o próprio contêiner já possui um piso original, que consiste em um material de compensado naval, que pode ser mantido ou adicionado outros revestimentos, como a cerâmica, o piso laminado emborrachado, a madeira, o OSB, o piso vinílico, dentre outros. Pode, ainda, ser aplicado uma camada de isolamento térmico entre o piso original e o novo, para melhor eficiência e comodidade. A respeito da cobertura, é possível utilizar recobrimentos como madeira, vegetação ou polímeros, além de poder adicionar outra cobertura. Tem-se, ainda, a opção de utilizar um deck, sendo que para isso deverá ser feita uma estrutura secundária sobre a cobertura para instalar o piso do deck (CARBONARI, 2015).

Quanto às divisórias internas, são feitas, geralmente, utilizando *drywall*, também conhecido como gesso acartonado. Sua utilização justifica-se devido às vantagens que este sistema apresenta. O revestimento em *drywall* é executado com muita rapidez e com pouca geração de entulho, além de permitir manutenção e reparos com facilidade. Soma-se o fato deste

sistema aceitar qualquer tipo de acabamento, além de serem estreitas, aumentando a área útil, e ser um bom isolante acústico. Após isso, é fixado as portas e janelas, internas e externas, assim como instalações de luminárias e peças hidráulicas, e realizado a pintura interna e pequenos acabamentos.

#### 3.4.5.7 Fundações

Segundo Barros (2011), as fundações são destinadas a transmitir os esforços da estrutura para o terreno e podem ser classificadas em diretas ou indiretas. A primeira corresponde àquelas que transmitem as cargas para o solo, no qual é capaz de suportar sem se deformar tanto. Já as fundações indiretas transferem através do atrito lateral e por efeito de ponta.

Quanto à infraestrutura, por serem autoportantes, ou seja, se autossustentar, os contêineres conseguem uma melhor distribuição das cargas para o solo, não necessitando de fundações muito complexas. Na maioria das vezes, em obras de contêiner são utilizados sempre as fundações diretas, ou apenas apoiados em blocos de concreto, madeira ou radier, com raríssimas exceções onde é necessário preparar o terreno. A fundação utilizada deverá ser bem nivelada e o solo com sua base bem compactada.

A fundação direta é utilizada apenas nos cantos do contêiner, conforme visualizado na figura 21, onde seu peso é distribuído, além de que alguns construtores usam uma placa metálica sobre a fundação, ancoradas nestas através de chumbadores, para aumentar a segurança e evitar vibrações (SLAWIK, 2010).

Figura 21 - Edificação apoiada apenas em suas extremidades



Fonte: RODRIGUES, 2015.

### 3.4.5.8 Movimentação do Contêiner

A movimentação do contêiner para o local de fixação é realizada através de veículos automotores, tipo caminhão ou carreta, que tenha *munck*, pois caso contrário é necessário um guindaste de apoio para mover o contêiner. Como constitui em um veículo de grande porte, deverá ser verificado se há acesso para o local de descarregamento do contêiner (SLAWIK, 2010). Para içá-lo, basta uma pessoa em cada canto, para fixação do mesmo sobre as fundações ou outros contêineres.

Ainda segundo o autor, os contêineres devem ser levantados pelas cantoneiras, que se encontram em seus oito vértices, pois foram dimensionadas para suportar aos esforços provenientes deste manuseio. A figura 22 mostra a casa contêiner sendo levantada e posicionada sobre os blocos da infraestrutura.

Figura 22 - Veículo com Munck movimentando a casa contêiner



Fonte: ELEVA GUINDASTES, 2018.

### 3.4.6 Vantagens e Desvantagens do Sistema

O método construtivo utilizando contêiner marítimo apresenta vantagens envolvendo a questão custo-benefício, devido proporcionar rapidez na execução, obra mais limpa, reciclagem e pouca geração de resíduos. Além de que constitui em construções duradouras, chegando a durar até 90 anos; e sustentáveis, a medida em que é feita com reaproveitamento de um material anteriormente descartado e pela economia na utilização de recursos naturais na própria execução da obra.

Há, ainda, várias outras vantagens características do próprio método em contêiner, que são as seguintes:

- a) Caráter modular, permitindo as mais variadas composições, cujas dimensões são padronizadas pela ISO 668:2013;
- b) Resistem as mais difíceis condições climáticas, como também incêndios e terremotos;
- c) Apresenta alta durabilidade, devido sua estrutura e fechamento serem feitos de material resistente e resistir intempéries;
- d) Permite incorporar soluções sustentáveis no projeto
- e) Empilháveis podendo chegar até 8 níveis sem estrutura auxiliar (SAYWER, 2008);
- f) Construções adaptáveis, facilmente ampliadas ou reduzidas;
- g) Economia na utilização de recursos naturais, como areia, tijolo, cimento, ferro, água, etc. Isso resulta na redução de impactos ambientais (ESSER, 2012);
- h) Apresenta flexibilidade na montagem e desmontagem, permitindo serem utilizados como construções provisórias (ESSER, 2012);
- i) Menor custo com terraplanagem e fundação, devido a adaptabilidade dos contêineres a terrenos íngremes (ESSER, 2012);
- j) Menor custo de execução, podendo chegar à uma economia em relação ao custo final da obra de 35%, se comparado à uma construção tradicional (ESSER, 2012).

Apesar dos aspectos positivos da utilização deste produto, os contêineres não foram feitos para serem habitáveis, por isso deve ser lembrada as desvantagens que se tem ao utilizar estes contêineres na construção civil. A principal desvantagem deste método construtivo corresponde ao baixo pé direito da estrutura, cerca de 2,40 metros. Este fato dificulta a circulação do ar, interferindo no conforto térmico do ambiente através de ventilação natural, que somado à sua característica de alta condutibilidade térmica, ocasiona na necessidade de ventilação mecânica em alguns casos.

Além disso, devido a possibilidade de contaminação com relação à carga transportada, para reutilização dos contêineres para construção de edifício, é necessário um licenciamento ambiental, além de realizar uma desinfecção e teste de radioatividade, para identificar sua procedência e tipo de material que foi transportado durante sua vida útil, como medidas preventivas visando a qualidade e saúde ambiental. E, ainda, realizar um estudo de

adequação de isolamento térmico, pois o contêiner é caracterizado pela elevada condutibilidade térmica devido suas chapas.

Para sua execução, é necessário mão-de-obra especializada para efetuar os recortes na estrutura do contêiner, movimentação e montagem dos módulos, além de ter alto custo com transporte. Possui, ainda, a necessidade de um terreno para a construção que possibilite a movimentação de um guindaste no transporte e armazenamento destes contêineres.

### 3.5. Sistema Construtivo Concreto-PVC

#### 3.5.1 Histórico

Criado no Canadá, no início da década de 80, pelo *Royal Group Technologies*, o método construtivo Concreto-PVC, também conhecido internacionalmente por *Royal Building System*, chegou ao Brasil em 1998, com a execução de uma escola em Macaé no Rio de Janeiro. Essa alternativa passou a ganhar mercado no território brasileiro devido seu caráter inovador de projetar e construir, e hoje se tem mais de 500.000 m<sup>2</sup> de área construída, nos mais variados tipos de construções, desde pequenos projetos, indústrias, lojas, escolas, residências de alto padrão, até edifício de quatro pavimentos (IBDA, 2018). A figura 23 mostra uma edificação, de dois pavimentos, executada com o método construtivo Concreto-PVC.

Figura 23 - Edificação executada com método Concreto-PVC.



Fonte: FERRARI, 2011.

Conforme Guimarães (2014), o Brasil possui um elevado déficit habitacional, fato que contribuiu para o desenvolvimento e aceitação deste sistema construtivo no país, visto que este se caracteriza pela sua velocidade na construção. Já se encontra, hoje, construções

executadas com esse sistema em pelo menos onze estados, sendo a maior quantidade de obras concentradas no Rio Grande do Sul.

O método construtivo Concreto-PVC, desenvolvido para obras de engenharia e arquitetura, constitui na associação de diferentes perfis modulares vazados PVC, acoplados através de encaixes e preenchidos internamente de concreto e aço estrutural, e pode ser utilizado para executar casas isoladas ou geminadas, térreas ou sobrados (CICHINELLI, 2013). Sua diferença em relação ao sistema convencional de formas está no fato de que as peças de PVC incorporam a construção, servindo para edificação como seu acabamento final, não necessitando, desta forma, de um revestimento, sendo pintura ou algum tratamento.

Devido às características pertencentes ao próprio PVC, as paredes estruturais oriundas deste método não precisam de revestimento e se tornam resistentes à fogo, gases tóxicos, umidade, fungo, além de apresentar um ótimo conforto termoacústico aos usuários e um ciclo de vida altamente longo.

### 3.5.2 Características Gerais do Sistema Concreto-PVC

O sistema construtivo Concreto-PVC, internacionalmente chamado de *Royal Building System*, constitui em um sistema modular, formado pela combinação de peças leves de PVC pré-fabricadas, com encaixes, utilizadas como formas, preenchidas com concreto e aço estrutural tornando paredes estruturais de vedação interna e externa, conforme visualizado na figura 24. Podem ser utilizados para edificações térreas, isoladas ou geminadas, sobrados e até edifícios (SANTOS, 2015). As instalações elétricas e hidrossanitárias são embutidas através de peças específicas e, por esses painéis serem de PVC, não necessitam de revestimento, porém, caso desejar, estes aceitam acabamentos. Vale ressaltar que, segundo o fabricante, estes módulos de PVC são fabricados com um ciclo de vida correspondente a cerca de 100 anos.

Ainda conforme Santos (2015), no Brasil, o Ministério das Cidades criou a diretriz SINAT N° 004/2010 – Sistemas construtivos formados por paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto, que constitui nas diretrizes para avaliações técnicas de produtos e que aborda sobre a avaliação dos requisitos técnicos e os critérios de desempenho deste sistema (BRASIL, 2010). As edificações, ainda, precisam seguir os critérios e requisitos preconizados na NBR 15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho e NBR 6118:2003 – Projetos de estruturas de concreto, ambas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Figura 24 - Esquema representativo das paredes do sistema Concreto-PVC



Fonte: FERRARI, 2011.

O concreto utilizado neste sistema corresponde ao concreto auto adensável, devido ser capaz de fluir pelas formas e dutos apenas pelo seu peso próprio, não necessitando ser adensável posteriormente com o uso de vibrador. Deve, ainda, atender aos requisitos da NBR 8953 - Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência (BRASIL, 2010).

Comprovado em testes reais, este sistema é capaz de resistir a ventos e alta temperatura. Foi realizado testes laboratoriais pela *Space Alliance Technology Outreach Program* (SATOP) na qual comprovou que os perfis preenchidos de concreto e aço estrutural inserido suportam terremotos de magnitude 6.0 e a explosões originadas de bombas de 2.200 libras (KAVANAUGH, 2013 apud CHANAN, 2016).

No Brasil, também foram realizados testes no laboratório afim de verificar a resistência das paredes executadas pelo método Concreto-PVC. Para isso, utilizou-se formas de 70 cm de largura, 2,6 m de altura e espessura de 10 cm, além de preenche-las com aço estrutural e concreto, sendo um modelo com fck de 15 MPa e outro com fck de 20 MPa. O primeiro modelo apresentou carga de colapso quanto à flambagem em torno de 2,2 MPa, podendo ser utilizado em edificações de até dois pavimentos. Já o segundo, apresentou resistência à

compressão axial equivalente à 2,6 MPa, valor no qual permite executar edifício de até quatro pavimentos (BRASKEM, 2007 apud CHANAN, 2016).

Em relação aos perfis de PVC, são incorporados à parede e constituem em peças vazadas e acopladas entre si através de duplo encaixe do tipo macho-fêmea, cuja espessura varia conforme os esforços estruturais (CICHINELLI, 2013). Estes módulos de PVC caracterizam por serem leves, o que facilita o transporte e montagem. Os fornecedores entregam todos devidamente cortados, as vezes até montados, etiquetados com sua respectiva paginação da montagem descrita na planta, conforme seu projeto (FERRARI, 2011).

### 3.5.3 Tipos de Perfis de PVC

Os perfis de PVC, também conhecidos como módulos, são formados por duplo encaixes do tipo macho-fêmea, possuindo no mercado quatro principais medidas de espessuras, correspondentes à 64mm, ideal para construções térreas, e 75mm, 100mm e 150mm, mais apropriadas para edificações com sobrados e mais de um pavimento, no qual a figura 25 mostra exemplo de algumas (CICHINELLI, 2013). Entretanto, no Brasil já se encontra perfis de PVC de 80 mm de espessura, bastante utilizados, principalmente em obras pequenas, devido proporcionar maior espaço interno das paredes, facilitando as passagens de instalações elétricas e hidrossanitárias.

Figura 25 - Módulos de PVC de 64 mm, 100 mm e 150 mm, respectivamente



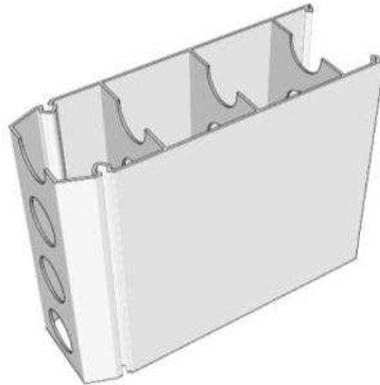
Fonte: FERRARI, 2011.

Afim de atender às medidas das paredes, vergas, contra-vergas e oitões (acompanhando a inclinação do telhado), estas peças de PVC podem ser feitas em diversos comprimentos (BAZZE, 2018). As peças possuem aberturas internas cuja finalidade é permitir a passagem do concreto e criar uma estrutura monolítica (ROYAL, 2018). Dessa forma, segue, abaixo, os tipos de módulos existentes.

### 3.5.3.1 Módulo Básico

Os módulos básicos são compostos por um encaixe macho-fêmea e possui 20 cm de largura. A cada 6,5 cm apresenta nervuras, resultando em uma seção transversal compartimentada em três divisões, conforme mostrado na figura 26 (CICHINELLI, 2013).

Figura 26 - Módulo Básico

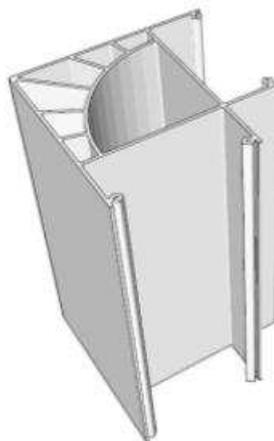


Fonte: BAZZE, 2018.

### 3.5.3.2 Módulo Esquineiro ou Curva de 90°

Os perfis de curva de 90° são módulos utilizados nos cantos da edificação ou quando houve mudança de direção da parede. Possuem encaixes em suas extremidades para se acoplarem aos outros perfis de PVC, conforme mostrado na figura 27 (BAZZE, 2018).

Figura 27 - Perfil Curva de 90°

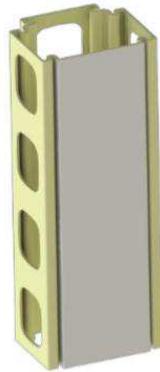


Fonte: BAZZE, 2018.

### 3.5.3.3 Módulo Multifuncional

Constituem em módulos utilizados nos encontros de paredes. Sua finalidade é formar a união entre elas, em formato de “T”, “L” ou em cruz, cujas dimensões variam conforme as espessuras das paredes estabelecidas no projeto (CICHINELLI, 2013). A figura 28 apresenta um exemplo de módulo multifuncional.

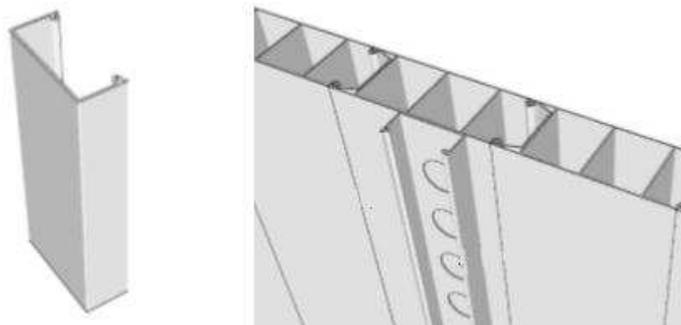
Figura 28 - Módulo Multifuncional



Fonte: ROYAL, 2018.

Há, entretanto, algumas empresas em que utilizam outro tipo de peça para a conexão das paredes. Estes módulos, além de apresentar esta função, ainda podem servir como arranque para início de montagem e acabamento de um painel. Constituem em perfis já furados, que se fixam à outra parede através de buchas plásticas e parafusos, como mostrado na figura 29. Deve-se ter o cuidado de efetuar, após fixados, os furos equivalentes do perfil para permitir a passagem do concreto de uma parede para outra.

Figura 29 - Módulo Multifuncional (à esquerda) e módulo multifuncional fixado à outra parede (à direita).



Fonte: BAZZE, 2018.

### 3.5.3.4 Módulos de Compatibilização

Afim de permitir os mais variados comprimentos de parede e não se limitar pelo tamanho dos perfis, existem os módulos que servem para compatibilização do projeto. Como já falado, todos os perfis básicos são formados por encaixes macho-fêmea, sendo necessário em alguns casos mudar a direção destes. Assim, existem módulos de compatibilização com encaixes macho-macho e fêmea-fêmeas, formados para conectar com outras peças de PVC (BAZZE, 2018). A figura 30 apresenta um exemplo de módulo de compatibilização com encaixe do tipo fêmea-fêmea.

Figura 30 - Perfil de Compatibilização com encaixe fêmea-fêmea

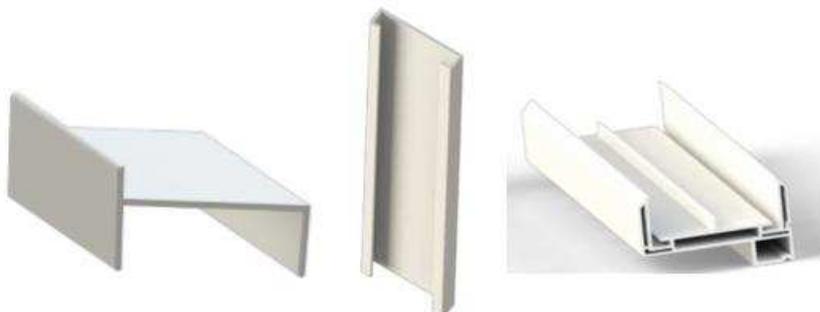


Fonte: ROYAL, 2018.

### 3.5.3.5 Módulo Acabamento

Os módulos de acabamento são perfis, geralmente em formato de “U”, com encaixe fêmea, como visualizado na figura 31, utilizados para dar acabamento aos cantos, portas e janelas. Suas dimensões dependem da espessura da parede adotada no projeto (FERRARI, 2011).

Figura 31 - Módulos de Acabamento para janela, cantos de parede e portas, respectivamente.



Fonte: ROYAL, 2018.

### 3.5.3.6 Módulo Caneleta

Posicionados na parte interna dos módulos básicos, os módulos caneleta são perfis fechados na parte superior e inferior, para impedir a entrada de concreto. Sua finalidade consiste na passagem de fios e cabos das instalações, como visto na figura 32 (CICHINELLI, 2013).

Figura 32 - Módulo Caneleta.

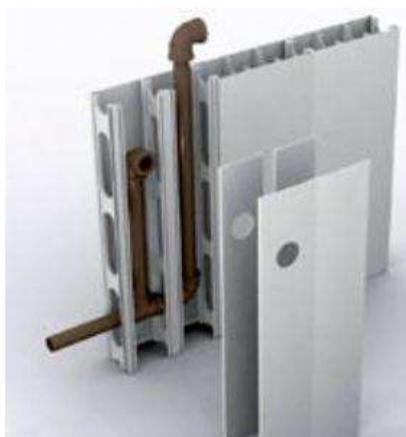


Fonte: CICHINELLI, 2013.

### 3.5.3.7 Módulo Especial

Os módulos especiais apresentam orifícios que darão acesso à tubulação hidráulica da edificação. Estes podem ser removidos posteriormente para realização de possíveis reparos e manutenção (CICHINELLI, 2013). A figura 33 apresenta um exemplo deste tipo de módulo.

Figura 33 - Módulo Especial



Fonte: CICHINELLI, 2013.

### 3.5.4 Processo de Execução

#### 3.5.4.1 Transporte e Armazenamento

Os módulos de PVC são transportados em caminhões ou contêineres, com suas superfícies expostas devendo ser protegidas (ROYAL, 2018). Para não ocorrer erros na montagem, estas peças possuem identificações na sua parte superior e são enviados, pela empresa, plantas de montagem. Vale enfatizar que, por estas peças serem leves e de fácil manuseio, não há necessidade de guindastes ou aparelhos especiais para seu descarregamento (FERRARI, 2013). Para seu armazenamento, os perfis devem ser colocados diretamente sobre uma superfície, sem apoiar peso em cima. E ao serem empilhados, formar filas cruzadas em no máximo oito fileiras (BAZZE, 2018).

#### 3.5.4.2 Fundação

A escolha do tipo de fundação não depende do método de construção a ser utilizado, e sim do tipo de solo e sua resistência, obtida através do estudo de sondagem. Como, geralmente, as construções são de pequeno porte, executa-se as fundações rasas, como radier, vigas baldrame ou sapatas corridas (CICHINELLI, 2013). Usualmente, devido a facilidade e rapidez de execução, o radier constitui na fundação mais utilizada.

Conforme Bazze (2018), a superfície do solo deve ser devidamente compactada, garantindo sua planicidade e nivelamento. É realizada a marcação da fundação, com linhas esticadas a partir de um gabarito, colocado a armadura e os pontos hidráulicos e sanitários, de acordo com o projeto, para, após, ser realizado sua concretagem e regularização.

#### 3.5.4.3 Demarcação das Paredes

Para iniciar o processo construtivo, é necessário demarcar a posição das paredes no radier. Conforme Frank (2008), é recomendado colocar uma guia pela parte inferior da montagem das paredes que servirá para posicionar corretamente as escoras e estabilizar os perfis durante sua montagem.

A marcação das paredes é feita baseada em um ponto de referência, que deverá ser um dos cantos da edificação. Para melhores resultados, deverá começar pela parte onde houver maior proximidade de esperas de água e esgoto no radier. É possível utilizar guias com a

utilização de cantoneiras metálicas ou sarrafos de madeira, conforme visto na figura 34, sendo que há empresas que já possuem perfis de PVC próprios para demarcação das paredes. Estas guias devem ser fixadas, através de parafusos ou pregos, no radier e serem removidas após a concretagem das paredes (BAZZE, 2018).

Figura 34 - Execução da demarcação das paredes



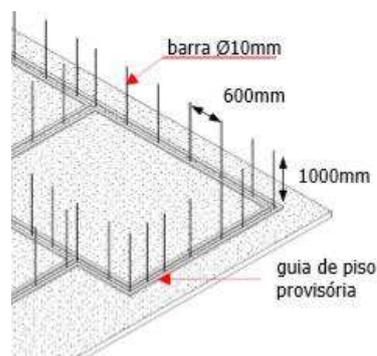
Fonte: ROYAL, 2018.

#### 3.5.4.4 Ancoragem

Segundo Royal (2018), as ancoragens das paredes nas fundações são colocadas após ter sido realizado as demarcações da planta. Pode-se colocar antes de concretar a fundação ou depois. Porém, no primeiro caso, deve-se ter cuidado pois as barras podem se mover ao concretar. Por este motivo, é recomendado posicionar as ancoragens após a concretagem.

As barras são colocadas ao longo das paredes, em cada intersecção e ao lado de cada porta e janela. Seu diâmetro deverá ser de 10 mm e altura de 1000 mm, e deverá ser distanciada entre si, no máximo, de 600 mm, conforme esquema ilustrado na figura 35. Para fixá-las, deve ser realizado furos no radier, cuja profundidade depende do projeto estrutural, preencher com chumbador químico e inserir a barra (BAZZE, 2018).

Figura 35 - Esquema de Ancoragem.



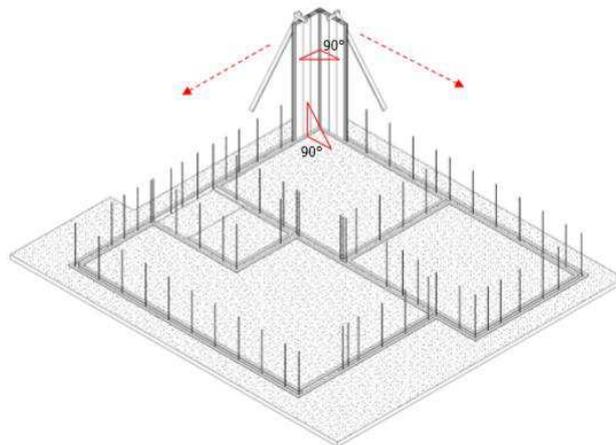
Fonte: BAZZE, 2018.

#### 3.5.4.5 Montagem das Paredes

Após realizado o posicionamento da ancoragem e gabarito das paredes, pode-se iniciar a montagem dos módulos de PVC. Cada peça possui sua posição correta e está identificada na planta de montagem, devendo ser utilizada como guia de montagem para evitar erros futuros (ROYAL, 2018).

Conforme Bazze (2018), a montagem das paredes, com as peças encaixadas longitudinalmente, deve iniciar pelos cantos da edificação, montando dois trechos da parede formando um “L”, como visto na figura 36. Deve iniciar o processo pelas paredes perimetrais e posteriormente executa a montagem das paredes internas. No encontro de paredes perpendiculares entre si, recomenda-se utilizar um selante em suas juntas, para evitar que escorra concreto ou nata de cimento durante a concretagem.

Figura 36 - Início da Montagem das Paredes



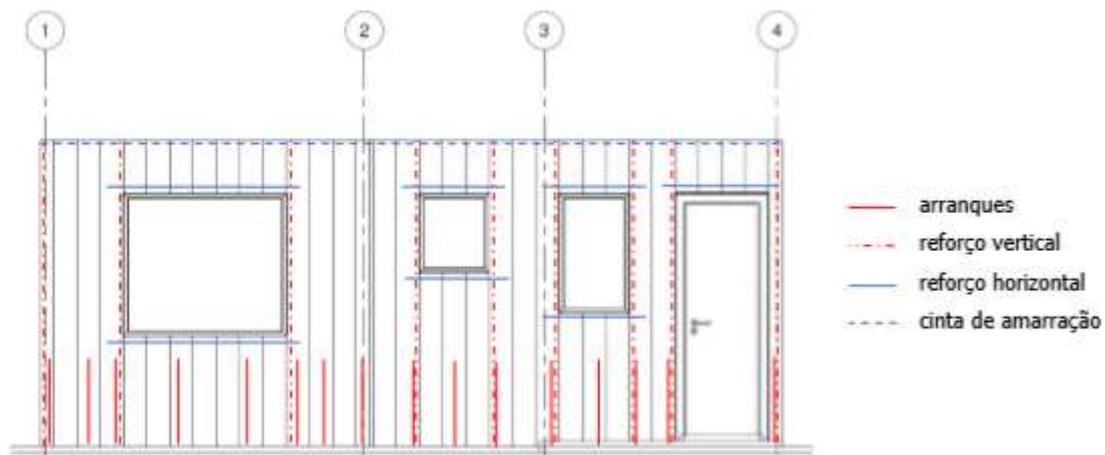
Fonte: BAZZE, 2018.

#### 3.5.4.6 Reforços Horizontais e Verticais

Há alguns locais das paredes que necessitam ser adicionados barras de aço, em conjunto com a montagem das paredes, que servirão de reforço estrutural. Os reforços horizontais são colocados sobre as paredes e nas vergas e contravergas de portas e janelas. Já os reforços verticais, são posicionados no encontro de paredes e ao lado de cada vão de porta e janela. Ambos reforços devem ser posicionados após montagem dos perfis e antes do escoramento. As armaduras verticais deverão ser de diâmetro 10 mm, cujo comprimento é igual ao pé direito. Estas barras são amarradas à ancoragem da fundação e à armadura colocada no topo do perfil (BAZZE, 2018).

Em relação aos reforços horizontais, Bazze (2018) fala que constituem em barras de aço, também de diâmetro 10 mm, no qual deve ter transpasse de 20 cm e apoiados nos furos dos perfis de PVC. É necessário colocar, também, estes reforços sobre todo perímetro das paredes externas, funcionando como cinta superior. A figura 37 corresponde à uma representação dos locais no qual deverão posicionar os reforços estruturais, mostrando o devido lugar de cada tipo de reforço.

Figura 37 - Esquema dos reforços estruturais das paredes.



Fonte: BAZZE, 2018.

#### 3.5.4.7 Escoramento e Alinhamento

É necessário realizar o escoramento dos perfis de PVC para estabilizar o conjunto e mantê-los em prumo e esquadro. Deve iniciar a medida em que as paredes vão sendo montadas, sendo que a distância entre elas não pode ser superior à 3 metros, e só finalizar quando todas as instalações hidrossanitárias e elétricas são instaladas, pois durante este processo pode ser necessário inserir mais algum painel (BAZZE, 2018).

Ainda segundo o autor, as escoras dos vãos de portas e janelas deve ser realizado após colocar os reforços estruturais e, em relação às portas, de forma que não impeçam a passagem dos funcionários. As janelas devem ser escoradas, porém não se pode escorar o peitoril, pois é por ele que se inicia a concretagem. O tempo mínimo de escoramento após concretagem é de 24 horas, sendo recomendado iniciar a cobertura apenas após 72 horas. A figura 38 mostra o escoramento das paredes e portas de uma edificação utilizando este método construtivo.

Figura 38 - Escoramento de portas (à esquerda) e das paredes (à direita).



Fonte: BAZZE, 2018.

#### 3.5.4.8 Instalações Hidrossanitárias e Elétricas

A última etapa, antes de iniciar a concretagem das paredes, corresponde às instalações hidrossanitárias e elétricas. Sendo que estas instalações podem ser montadas junto à montagem das paredes ou após, em painéis separados e encaixados posteriormente (BAZZE, 2018). Ou, ainda, podem ser encaixados com as paredes já montadas, através da utilização de perfis próprios, chamados canelotas. Assim, segundo Ferrari (2011), após montagem dos painéis, é fixado os módulos canelotas dentro dos módulos básicos, na qual serão introduzidas as tubulações verticais pela superfície superior.

Em relação à instalação hidráulica, pode ser utilizado tubos convencionais ou das mangueiras do tipo PEX e deve ser priorizado o circuito vertical, sendo que as conexões devem ser utilizadas na base ou topo das paredes (BAZZE, 2018). Só é permitida tubulação horizontal caso não ultrapassar um terço do comprimento da parede instalada, não ultrapassando um metro, e desde que o trecho não seja considerado estrutural. Vale ressaltar que nos encontros de paredes não se pode instalar tubulações (ROYAL, 2018).

Conforme Royal (2018), quanto às instalações de esgoto, estas devem passar por fora da parede, para que não comprometer a estrutura da parede, devido às espessuras destas tubulações. Bazze (2018) recomenda que seja usado shafts, como forma de facilitar a manutenção e esconder a tubulação.

Para as instalações elétricas, os eletrodutos podem ser rígidos ou corrugados e, igualmente às instalações hidrossanitárias, estas podem ser posicionadas em painéis separados, sobre bancadas, e só após encaixados à parede. Após a concretagem das paredes, é finalizado a instalação elétrica com a distribuição dos circuitos e a fiação (BAZZE, 2018).

Vale ressaltar que as instalações elétricas também não podem ser na horizontal, sendo que cada ponto elétrico terá um condutor elétrico que sobe ou desce. Caso a edificação seja projetada com forro, os condutos podem sair pelo topo da parede ou fazer um buraco logo após o forro, sendo este último o caso mais recomendado, tendo em vista que pode passar tubulação hidráulica por cima da parede (ROYAL, 2018).

Ainda segundo Royal (2018), para casos em que não se utilizou os perfis próprios para passagem de tubulação, passando estas por dentro dos perfis convencionais, para fazer sua manutenção basta remover a lâmina do perfil e quebrar na parede a parte que envolve a tubulação. Após o reparo, deve-se preencher novamente com concreto e fixar a lâmina de perfil retirada inicialmente.

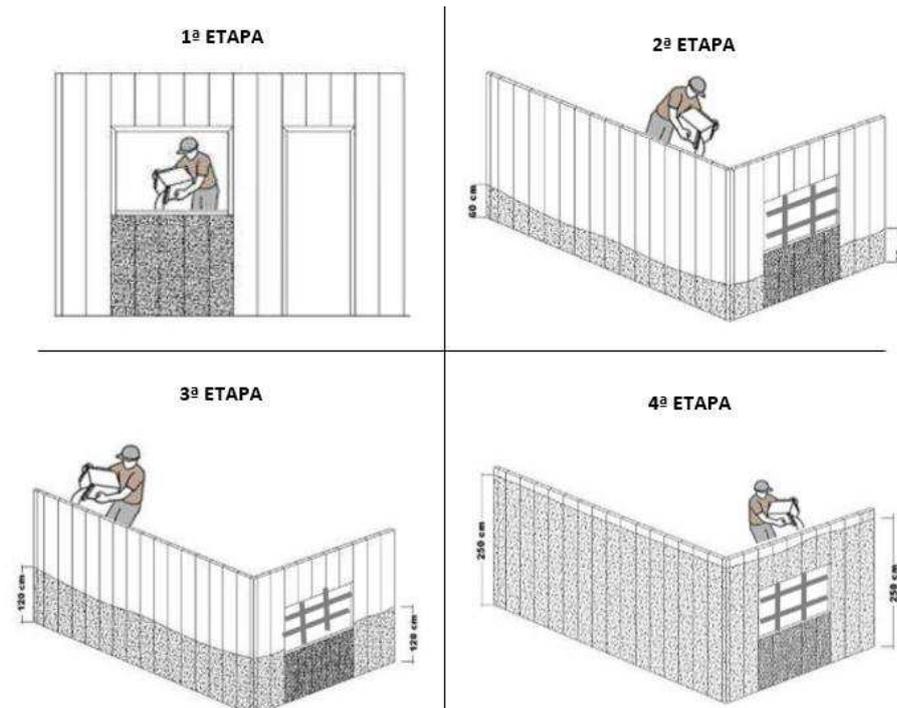
#### 3.5.4.9 Concretagem

Para preencher os perfis de PVC, deve ser utilizado o concreto auto adensável, com resistência mínima de 20 MPa, visto que não se pode utilizar vibrador, para não danificar as peças. Pode-se, ainda, utilizar concreto com adição de aditivo plastificantes, desde que seu slump seja de 21 cm, com 3 cm de variação, e que atinja a resistência mínima de 20 MPa (CICHINELLI, 2013).

Caso se utilize concreto usinado, a concretagem deverá ser feita com auxílio de bombas de baixa pressão, sendo que seu mangote deve ter diâmetro mínimo inferior à espessura do perfil. Para concreto feito in loco, usa-se baldes sendo que em ambos casos deve utilizar um funil para evitar desperdício de concreto (BAZZE, 2018).

Conforme Schmidt (2013), a concretagem inicia pelos peitoris e contra-vergas das janelas, sendo que o lançamento do concreto não deve iniciar apenas em um ponto, e sim distribuindo-o por toda extensão da parede. Após, coloca-se os pré-marcos e escora. Em seguida, segundo Royal (2018), a concretagem é prosseguida por todas as paredes em camadas de 60 cm, em um tempo máximo de 45 minutos, seguindo um circuito. Sendo que, após completar a primeira camada de 60 cm, deve-se retornar ao ponto inicial para começar a outra camada, até completar toda a parede. A figura 39 mostra a sequência das etapas da concretagem das paredes.

Figura 39 - Etapas da Concretagem



Fonte: ROYAL, 2018 (Adaptada pelo autor).

Para liberar possíveis bolhas de ar, segundo Bazze (2018), utiliza-se um martelo de borracha para bater nos perfis. Na última camada, deve-se deixar uma faixa de 20 cm para colocar a ferragem de armadura e ancoragem da cobertura. Após isso, finaliza-se a concretagem.

#### 3.5.4.10 Cobertura

O sistema Concreto-PVC, da mesma forma como ocorre na fundação, não influencia no tipo de cobertura adotada na edificação. Dessa forma, é possível utilizar fechamento com telhado ou laje, executados de forma convencional. Caso se utilize o telhado de madeira, este deve ser apoiado diretamente nas paredes de concreto-PVC e amarrados através de arames presos nas ancoragens previamente deixadas nos últimos 10 cm das paredes. Para as lajes convencionais, a execução segue conforme o método tradicional, sendo que sua armadura deve ser devidamente detalhada pelo projetista (MIRANDA, 2014).

Deve-se salientar que a montagem das lajes só pode iniciar após 48 horas de concretagem das paredes, e suas escoras devem ser mantidas por, no mínimo, 21 dias após a execução da laje (CICHINELLI, 2013).

### 3.5.4.11 Esquadrias e Revestimento

As instalações das janelas e portas inicia-se após finalizado a execução das paredes e lajes. Elas são fixadas com a utilização de parafusos e buchas plásticas, sendo necessário vedar as juntas das esquadrias com selante a base de poliuretano (FERRARI, 2011). Deve preencher os vãos entre as paredes e a esquadria com espuma expansiva.

Como os perfis de PVC servem como acabamento final da edificação, a utilização de outro tipo de revestimento, como cerâmica ou pintura, torna-se opcional. O sistema é capaz de receber qualquer tipo de revestimento. Os fabricantes destes módulos de PVC, geralmente, disponibilizam apenas nas cores branca e bege, entretanto, para obras maiores, existe a possibilidade de encomendas em outras cores (MIRANDA, 2014).

### 3.5.4.12 Limpeza e Reparos

De acordo com Royal (2018) e Bazze (2018), os perfis de PVC se caracterizam pela alta resistência à intemperes, podendo ficar expostos aos raios ultravioletas, chuva, maresia, poeira, dentre outros. Sem agredir a cor e superfície do perfil, estes podem ser limpos com grande maioria dos produtos existentes no mercado e é capaz de suportar até o solvente mais forte utilizado para tintas, sendo proibido apenas a utilização dos produtos à base de acetona, uma vez que eles alteram a cor e brilho do perfil. Apesar disso, é recomendado que a limpeza seja feita utilizando apenas água, sabão neutro e pano limpo. O quadro 5 mostra a resistência destes perfis de PVC em relação aos produtos mais comuns encontrados no mercado.

Quadro 5 - Resistência dos perfis de PVC aos produtos mais comuns de mercado

EXCELENTE	BOM	NÃO USAR
<b>PRODUTOS DO LAR</b>		
BRANQUEADOR	DETERGENTES	ACETONA DE UNHAS
REMOVEDOR DE CERA	LIMPADOR SANITÁRIOS	
LIMPADOR DE FORNO	COLA VINILICA	COLAS COM BASE DE ACETATO
DESODORANTE DE AMBIENTE	LIMPA ESGOTOS	
<b>PRODUTOS INDUSTRIAIS</b>		
SOLVENTES	FERTILIZADORES LÍQUIDOS	CREOSOTO
LIMPADOR DE METAIS		PINTURAS COM BASES DE ACETONA
REMOVEDOR DE FERRUGEM		DISSOLVENTES COM ACETONA
<b>PRODUTOS QUÍMICOS</b>		
ALCOOL	GASOLINA	ACETONA
ÁCIDO NÍTRICO	QUEROSENE	
ÁCIDO FOSFÓRICO	FOSFATO DE AMÔNIO	
ETILENO - GLICOL	ÁCIDO SULFÚRICO	

Fonte: ROYAL, 2018.

É necessário ter cuidado ao manusear os perfis de PVC, para não ocasionar danificação em sua superfície, pois esta funcionará como acabamento final da edificação. Entretanto, caso isso ocorra, algumas medidas simples podem ser tomadas, conforme o tipo de reparo necessário, podendo ser superficial ou profundo.

Há necessidade de reparos superficiais quando se tem arranhões leves, na qual se utiliza pasta fina de polimento; e riscos ou sulcos profundos, utilizando massa plástica de poliéster para corrigir e, por último, uma lixa para tirar o excesso. Em relação aos reparos profundos, se utilizando para rachaduras pequenas e áreas quebradas, na qual coloca-se um pequeno pedaço de madeira na hora da concretagem, para realizar pressão, e após faz um reparo superficial; e ainda, áreas quebradas com muita falta de PVC, na qual realiza-se um corte acima e abaixo da área quebrada, para remover o perfil de PVC, após nivela a área com concreto ou massa corrida, e cola um pedaço de perfil do mesmo tamanho com cola de sapateiro, realizando um reparo superficial posteriormente (BAZZE, 2018).

#### 3.5.4.13 Possível Ampliação

Conforme Frank (2008), uma construção executada segundo este método pode ser ampliada após executada. Para isso, recorta-se e retira o perfil de PVC correspondendo ao trecho que receberá a nova estrutura. Perfura-se orifício a cada 30 cm pelo perímetro da parede que será unida e coloca-se barras de 8 mm e comprimento mínimo de 50 cm, que servirão como ancoragem. Estas serão fixadas com a utilização de cola epóxi na parede já existente, e será concretada à outra parede normalmente, conforme já explicado. A figura 40 mostra um exemplo de ampliação de uma edificação.

Figura 40 - Ampliação de uma edificação em Concreto-PVC



Fonte: CHANAN, 2016.

### 3.5.5 Vantagens e Desvantagens do Sistema

Da mesma forma que outros sistemas construtivos, o método Concreto-PVC apresenta resultados tanto satisfatório como insatisfatório. Há, entretanto, várias vantagens pertinentes a este sistema e que justificam sua crescente utilização na área da construção civil. Dentre elas, se tem que as paredes de PVC não necessitam de manutenção frequente, sendo necessário apenas uma limpeza com água e sabão, obtendo, assim, quase custo zero de manutenção.

Conforme Santos (2015), os perfis de PVC, antes de serem preenchidos por concreto, pesam apenas de 8 kg a 14 kg/m<sup>2</sup>, facilitando seu transporte e montagem, mesmo em locais de difícil acesso, sem necessidade de guindastes ou ferramentas pesadas, além de que não necessitam de revestimento, pinturas ou tratamentos, sendo que elas aceitam receber qualquer tipo de acabamento, caso desejado.

É possível destacar, ainda, como vantagem que “as paredes estruturais de painéis de PVC preenchidas com concreto são estanques e possuem satisfatório comportamento estrutural e elevada segurança contra incêndio” (SCHMIDT. 2013 p. 78). Por ser auto extingüível, não propaga chamas, atendendo a NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - procedimentos, na qual preconiza que os elementos horizontais devem resistir às chamas por um tempo mínimo de 30 minutos sem perder sua resistência e estanqueidade. Vale ressaltar, ainda, que “o PVC também tem uma alta resistência à tração, cerca de 42 MPa” (ACETOZE, 1996 apud GUIMARÃES, 2014, p.42).

Esse sistema apresenta alta velocidade de execução e utiliza pouco material e mão de obra, de acordo com Guimarães (2014), resultando na diminuição dos custos, além de apresentar um bom desempenho em relação às intempéries e baixo impacto ambiental.

Conforme Ferrari (2011), este método apresenta economia no consumo de água e energia na obra, que se comparada ao sistema convencional, se tem economia de 73% de água e 75% de energia. Há, ainda, uma redução de até 7% da área construída, devido a espessura das paredes serem menor, e um ganho de produtividade em até 40%, devido a facilidade da montagem e menor quantidade de material.

Devido ao método utilizar o material PVC, algumas vantagens são obtidas, tais como:

- a) Resistente à ação de fungos, bactérias, insetos, roedores, e reagentes químicos (CHANAN, 2016);

- b) Bom isolante térmico, baseado nos critérios de desempenho da norma, na qual, no verão, a temperatura máxima interna da edificação tem que ser igual ou inferior à temperatura do exterior. E no inverno, a temperatura mínima precisa ser igual ou maior à temperatura exterior acrescida de 3 graus (NBR 15575-1, 2013);
- c) Bom isolante acústico, onde deve apresentar um número mínimo de redução sonora ponderado, medido em decibéis, presentes no SINAT nº 004;
- d) Bom isolante elétrico (CHANAN, 2016);
- e) Impermeável a gases e líquidos, além de possuir longo ciclo de vida (CHANAN, 2016);
- f) Reciclável (CHANAN, 2016);
- g) Permite ampliações a edificação, após executada (CICHINELLI, 2013);
- h) Construção limpa com pouco entulho e desperdício (SANTOS, 2015);
- i) Fácil manutenção e limpeza (FERRARI, 2011).

Apesar de apresentar estas inúmeras vantagens, existem algumas desvantagens características deste método. De acordo com Schmidt (2013), como os painéis são feitos sob medidas, dependendo da arquitetura, as vezes é necessário aumentar ou adaptar algumas dimensões. Caso a arquitetura passe por mudanças, pode haver perda de material, além de que após concretar se tem dificuldade em corrigir problemas de esquadro.

O Sistema de Concreto-PVC exige, ainda, mão de obra especializada para concepção do projeto arquitetônico e só é possível executar edificações de, no máximo, cinco pavimentos (térreo mais quatro andares de altura). Soma-se, ainda, o fato da indisponibilidade do material próximo a certas regiões mais afastadas das áreas industriais e a impossibilidade de executar arquiteturas mais complexas, com arcos e curvas (GUIMARÃES, 2014).

#### 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa visa realizar uma comparação de custo, tempo de execução e mão de obra entre dois sistemas construtivos: Contêiner Marítimo e Concreto-PVC. O primeiro corresponde na utilização, de forma inovadora, de contêineres na construção civil, na qual servem como a própria estrutura da edificação. O Concreto-PVC, por sua vez, consiste no método de encaixe de módulos de PVC vazados preenchidos com concreto e reforços estruturais, na qual estas peças ficarão incorporadas na edificação formando suas paredes e dando o acabamento final da construção.

A fim de alcançar os objetivos propostos, a pesquisa foi realizada em seis etapas. A primeira consistiu na revisão bibliográfica, na qual foi realizado estudos a respeito do tema cuja finalidade seria um maior embasamento sobre o assunto, compreendendo as particularidades de cada sistema, assim como as etapas de execução, vantagens e desvantagens. Após obter as informações necessárias para melhor compreensão do tema abordado, foi desenvolvido um projeto arquitetônico e complementares para estudo de caso de uma residência unifamiliar, cujo padrão é de uma habitação social adotado pela CEF, visando a comparação quanto ao custo e benefício dos sistemas construtivos industrializados estudados. O projeto arquitetônico foi criado baseado nas dimensões do contêiner, uma vez que este apresenta medidas padronizadas e devido não ser recomendado a realização de muitos cortes na sua estrutura para não perder sua capacidade de suporte e seu caráter autoportante. Soma-se, ainda, o fato de que o outro sistema, ainda que seja modulado, mas apresenta maior flexibilidade em relação à adequação de dimensões de projeto.

Realizou-se, então, um levantamento da quantidade de material e mão de obra utilizados para cada sistema em estudo, baseados nos projetos já elaborados. Vale ressaltar que, como a pesquisa trata da análise comparativa, foram levantadas apenas as etapas construtivas que se diferem entre estes dois métodos e aquelas em que são semelhantes, mas apresentam valores de quantitativo diferentes, ocasionando em custo diferente entre si. Isso porque as etapas semelhantes, com mesma medição do quantitativo da unidade do serviço, se anulariam quando realizasse a análise, não interferindo no resultado final. Assim, após verificar as etapas pertinentes à cada método construtivo, obteve-se os itens necessários para o orçamento de uma residência, conforme mostrado no quadro 6.

Quadro 6 - Lista dos Itens da Planilha Orçamentária, para cada método.

<b>CONTÊINER MARÍTIMO</b>	<b>CONCRETO-PVC</b>
Serviços preliminares	Serviços preliminares
Infraestrutura	Infraestrutura
Paredes e Painéis	Paredes e Painéis
Esquadrias	Esquadrias
Pintura	Cobertura e Proteções
Pisos	Pisos
Forro	Forro
Instalações Elétricas	Instalações Elétricas
Instalações Hidráulicas	Instalações Hidráulicas
Instalações Sanitárias	Instalações Sanitárias
Instalações SPDA	Louças e Metais
Louças e Metais	Limpeza Final da Obra
Limpeza Final da Obra	

Fonte: AUTOR, 2018.

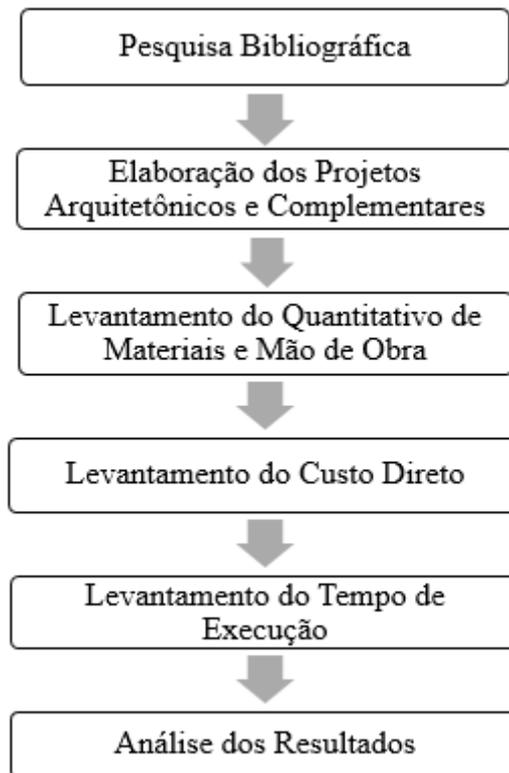
Ao analisar cada item, foram identificados aqueles no qual não seria realizado o levantamento, por serem semelhantes entres os dois métodos, apresentando a mesma quantidade de material para cada serviço existente, devido à utilização do mesmo projeto arquitetônico para ambos métodos e à escolha dos mesmos materiais e parâmetros de projeto. Dessa forma, estes itens são: esquadrias, instalações elétricas, instalações sanitárias, louças e metais, e limpeza final da obra.

Devido às considerações iniciais de projeto, na qual prevê a construção da edificação, para ambos métodos, no mesmo local, os serviços iniciais e limpeza final da obra possuirão o mesmo quantitativo entre eles, uma vez que este primeiro item é composto pela limpeza do terreno, colocação de tapume e instalação provisória de água e energia. Além de que, como o projeto arquitetônico é padrão, ambas edificações possuirão mesma quantidade e tipo de esquadrias, louças e metais. Em relação às instalações elétricas e sanitárias, por suas tubulações passarem pelo teto e piso, respectivamente, resultarão numa mesma configuração para ambos métodos, conforme explicado melhor mais adiante.

Com os dados obtidos, foi elaborado um orçamento de custo direto de execução e verificado o tempo necessário para concluir a obra para cada método em estudo. Sucedeu-se com a análise dos resultados e verificação da viabilidade econômica destes, identificando o método que possui melhor custo e benefício de utilização para construção de uma residência, com aplicação na cidade de São Luís, no estado do Maranhão.

Dessa forma, segue abaixo, na figura 41, a sequência lógica das etapas da metodologia adotada para elaboração desta pesquisa.

Figura 41 - Etapas da Metodologia



Fonte: AUTOR, 2018.

#### 4.1. Pesquisa Bibliográfica

O projeto em questão foi desenvolvido a partir de pesquisas realizadas na literatura disponível sobre o tema proposto. Dessa forma, para a revisão bibliográfica, foram utilizadas dissertações, livros, artigos científicos, manuais de normatização, normas técnicas, legislações, teses de monografia e pós-graduação, além de websites e outras fontes que abordaram os métodos construtivos pertinentes ao trabalho.

A fim de melhor aprofundamento do tema, foi feita uma contextualização do assunto e, após, uma abordagem teórica dos métodos construtivos de contêiner marítimo e concreto-PVC, mostrando suas características, particularidade e limitações, suas vantagens e desvantagens, bem como o processo construtivo referente a cada um deles, apresentando informações pertinentes à cada etapa construtiva.

Através desta etapa, foi possível obter maior compreensão do funcionamento de cada sistema construtivo, servindo como embasamento para tomada de escolhas em etapas posteriores, como a elaboração dos projetos, na qual foram pensados de forma que atendessem às limitações de cada método e possibilitasse alcançar os objetivos previamente definidos.

## **4.2. Elaboração dos Projetos**

### 4.2.1 Projeto Arquitetônico

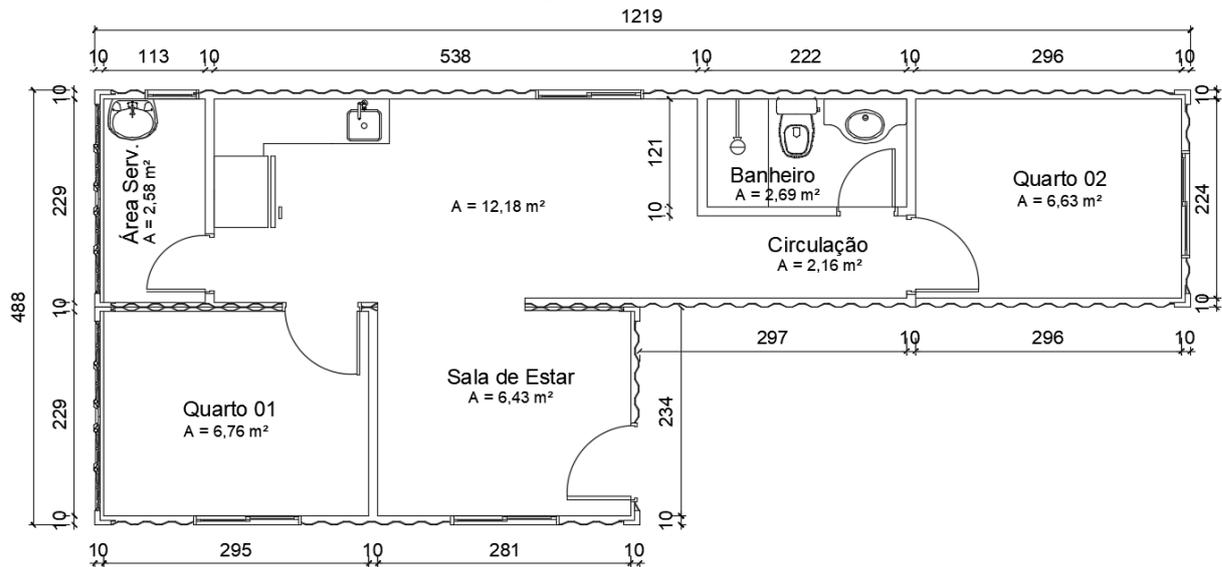
#### 4.2.1.1 Planta Baixa

O estudo comparativo de custo e benefício, entre os sistemas construtivos com Contêiner Marítimo e Concreto-PVC, foi realizado através da utilização de uma planta padrão de uma residência de modo unifamiliar, desenvolvida pelo autor, baseada nos projetos de habitações sociais do Brasil. A planta arquitetônica foi projetada para atender às dimensões do contêiner, tendo em vista que este possui medidas padronizadas e, também, devido ao outro método ser um pouco mais flexível quanto à modularização, a medida em que se tem vários tipos de módulos de PVC.

Em ambos métodos, a planta arquitetônica utilizada é composta por: uma sala de estar, uma sala de jantar, uma cozinha, um banheiro, circulação, uma área de serviço e dois quartos. Para o sistema construtivo de contêiner marítimo, foi utilizado um contêiner *Dry Box* 20 pés e um contêiner *Dry Box* 40 pés, unindo-os pelo painel lateral. Respeitando as limitações e características do método, utilizou-se as paredes com 10 centímetros de espessura, para que fosse possível embutir as tubulações elétricas e hidrossanitárias e, ainda, colocar o isolamento termoacústico.

Com isso, a planta do projeto conta com uma sala de estar medindo 6,43 m<sup>2</sup>, quarto 01 medindo 6,76 m<sup>2</sup>, quarto 02 medindo 6,63 m<sup>2</sup>, circulação medindo 2,16 m<sup>2</sup>, banheiro medindo 2,69 m<sup>2</sup>, área de serviço medindo 2,58 m<sup>2</sup> e cozinha com sala de jantar medindo 12,18m<sup>2</sup>. Devido às características dos contêineres utilizados, a edificação possui um pé direito de 2,59 metros, entretanto, foi utilizado forro, restringindo a altura para 2,40 metros. Sua área total construída constitui à 44,53 m<sup>2</sup>. É possível verificar tais medidas na figura 42, que constitui na planta baixa da residência, para o método de contêiner marítimo, cujas dimensões estão cotadas em centímetro.

Figura 42 - Planta Baixa para o método de Contêiner Marítimo.



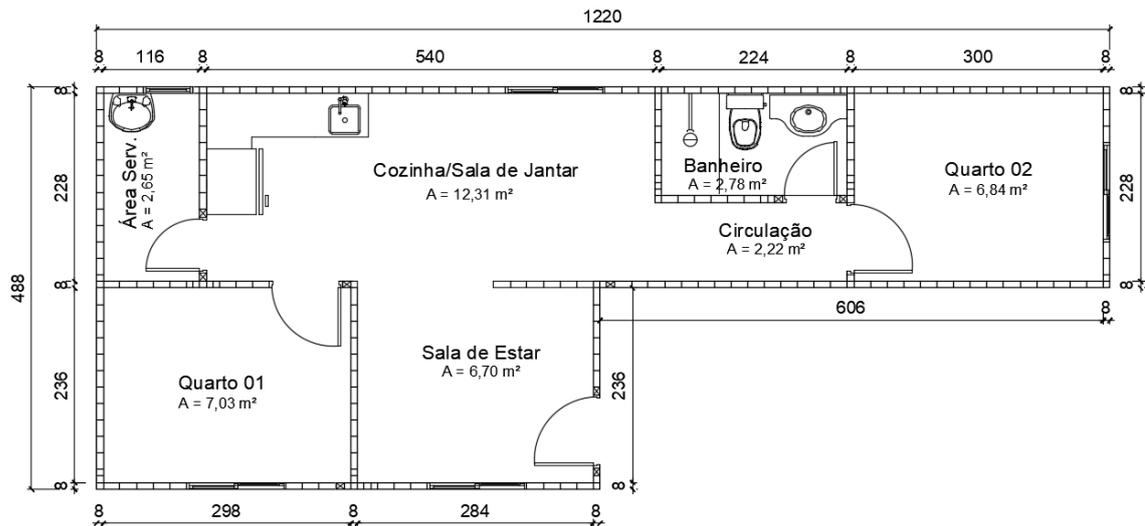
Fonte: AUTOR, 2018.

Vale ressaltar que a área, correspondente ao contêiner Dry Box 20 pés, constitui na região ocupada pelo quarto 01 e sala de estar. Já em relação ao contêiner Dry Box 40 pés, foi composto pela área de serviço, cozinha, sala de jantar, circulação, banheiro e quarto 02. A edificação totalizou, portanto, uma área útil equivalente à 39,43 m<sup>2</sup>.

Em relação ao método construtivo Concreto-PVC, foi utilizado a mesma planta baixa, com mesmo pé direito e aplicação de forro, possuindo apenas alteração em algumas dimensões. Devido ao método ser constituído pelo encaixe de peças de PVC, cujas medidas são padronizadas, ao modular a edificação houve necessidade de aumentar 1,0 centímetro no seu comprimento total para compatibilização das medidas, possuindo, assim, 12,20 metros de comprimento. Sua área total construída constitui à 44,54 m<sup>2</sup>. Além disso, devido ser uma residência de padrão baixo, com apenas um pavimento, foi utilizado módulos de PVC de 8 centímetro de espessura, caracterizando as paredes da edificação, conforme figura 43, cujas medidas estão cotadas em centímetro.

Conforme ilustrado na figura 43, o projeto arquitetônico conta com uma sala de estar medindo 6,70 m<sup>2</sup>, quarto 01 medindo 7,03 m<sup>2</sup>, quarto 02 medindo 6,84 m<sup>2</sup>, circulação medindo 2,22 m<sup>2</sup>, banheiro medindo 2,78 m<sup>2</sup>, área de serviço medindo 2,65 m<sup>2</sup> e cozinha com sala de jantar medindo 12,31 m<sup>2</sup>. Dessa forma, tem-se uma área útil total da edificação equivalente à 40,53 m<sup>2</sup>.

Figura 43 - Planta Baixa para o método Concreto-PVC



Fonte: AUTOR, 2018.

#### 4.2.1.2 Cobertura e Piso

O Método Construtivo Concreto-PVC admite qualquer tipo de cobertura, podendo, assim, utilizar fechamento com telhado ou laje. Dessa forma, baseado nas características de habitações sociais brasileiras, optou-se por utilizar cobertura em estrutura de madeira, apoiada diretamente nas paredes, sem tesoura, composta por ripas e caibros. Para o telhado, utilizou-se telha cerâmica do tipo colonial, devido leveza e seu desempenho em relação ao conforto térmico. Conforme especificações técnicas do material, disponibilizadas por seus fabricantes, a inclinação adotada corresponderá à 30%, que consiste na mínima permitida para este tipo de telha.

Em relação ao piso, da mesma forma que ocorre com a cobertura, é possível executar qualquer tipo dentre aqueles utilizados nas construções convencionais como acabamento. Optou-se, portanto, pela utilização de piso cerâmico, devido consistir no revestimento mais usual, assentado sobre argamassa de assentamento.

Para o método com contêiner marítimo, também é permitido qualquer tipo de cobertura utilizada no método convencional. Entretanto, devido à estrutura se constituir em uma caixa metálica fechada, não há necessidade de utilização de fechamentos, sendo orientado e, portanto, utilizado no projeto em questão, apenas uma impermeabilização na sua parte superior, através do uso da manta asfáltica aluminizada, conforme mostrado na figura 44, cuja escolha se justifica por ser o material mais comumente utilizado. Em relação ao piso, o contêiner já é composto por um piso original em chapa de compensado naval de madeira, cuja espessura

corresponde à 28 mm, no qual é fixado à estrutura através da utilização de parafusos, devendo receber apenas um lixamento e, após, uma pintura com verniz.

Figura 44 - Aplicação da Manta Asfáltica Aluminizada.



Fonte: 3R CONTAINER, 2018.

#### 4.2.1.3 Isolamento Termoacústico

No sistema com Contêiner Marítimo, para garantir conforto aos usuários, é necessário colocar um isolamento termoacústico, uma vez que este material constitui em um ótimo condutor térmico e péssimo isolante acústico (DOMINGOS, 2014). Dessa forma, foi utilizado a lã de rocha como isolamento térmico e acústico, conforme exemplo mostrado na figura 45. Sua escolha se justifica pela comprovação, na prática, de sua eficiência e eficácia e, também, por ser um material disponível em maior quantidade na cidade prevista para implantação da residência, resultando em menor custo e maior facilidade de execução.

Figura 45 - Lã de Rocha colocada na parede da edificação.



Fonte: 3R CONTAINER, 2018.

Em relação ao método Concreto-PVC, devido às características provenientes do próprio material dos módulos, este dispensa a utilização de isolamentos termoacústico, uma vez que o Policloreto de Vinila (PVC) constitui em um ótimo isolante térmico e acústico, sendo esta uma das vantagens deste sistema construtivo.

#### 4.2.1.4 Revestimentos e Acabamentos

No método Concreto-PVC, devido aos módulos de PVC ficarem incorporados à parede da edificação, não há necessidade de utilização de acabamentos, uma vez que as peças já terão esta finalidade, ainda que seja possível utilizar qualquer tipo de revestimento. Sendo assim, para proporcionar maior economia, neste projeto será utilizado o próprio módulo como acabamento final das paredes da residência.

Em relação ao contêiner marítimo, a superfície externa receberá uma pintura com tinta esmalte automotiva, procedimento comumente utilizado. Suas paredes internas serão executadas com a utilização de *Drywall*, composta internamente pelo isolamento termoacústico de lã de rocha, já citado acima, e receberá uma aplicação de massa corrida e, posteriormente, uma pintura com tinta látex PVA.

#### 4.2.2 Projeto Estrutural

##### 4.2.2.1 Infraestrutura

A escolha do tipo de fundação depende, fundamentalmente, da capacidade de suporte do solo, obtida através do estudo de sondagem. Foi considerado, na pesquisa em questão, um solo com alta resistência, capaz de resistir aos esforços sem se deformar tanto, possibilitando a utilização de fundações diretas. Dessa forma, para o método com contêiner marítimo, por estes serem autoportantes e, assim, conseguirem distribuir mais uniformemente as cargas no solo, foi optado por apoiá-los apenas em blocos de concreto, posicionados em suas extremidades, preenchidas com armadura definida no projeto e com concreto usinado de fck 30 MPa.

O sistema Concreto-PVC também aceita todo tipo de fundação, desde que atendam às necessidades estruturais da edificação. Baseado nas condições do solo adotado, foi escolhido a utilização de sapata corrida, por sua facilidade, economia e rapidez de execução. As valas da

sapata foram preenchidas, igualmente ao outro método, com concreto usinado de fck 30 MPa, com a malha de aço definida pelo projeto estrutural.

#### 4.2.2.2 Superestrutura

A superestrutura consiste na etapa que caracteriza cada um dos métodos, os diferenciando entre si. Para o sistema com contêiner marítimo, esta etapa consiste na mais simples, pois o contêiner corresponde à própria estrutura da edificação, por ter alta capacidade de suporte e ser autoportante. No projeto em questão, foi necessário a realização de alguns cortes em suas chapas laterais, para atender aos detalhes arquitetônicos. Como estas aberturas não possuíam tamanhos maiores que um terço do comprimento, não houve necessidade da utilização de reforços estruturais.

Para realizar os cortes, devido à economia, ao acabamento final e à praticidade de execução, optou-se pela utilização de esmerilhadeira, um tipo de equipamento com disco de corte para efetuar estas aberturas. Como se utilizou a combinação de dois contêineres, foi realizado sua ligação na face superior e lateral através da soldagem de placas metálicas, conforme visto anteriormente.

Para as paredes da edificação executada com o método Concreto-PVC, por sua vez, foi utilizada módulos de PVC com espessura de 80 mm, cujo cada tipo de peça variou segundo sua funcionalidade na modelagem, recomendada para este tipo de construção, como já visto. Além disso, como reforço estrutural, foram utilizadas armaduras verticais de 10 mm de diâmetro e comprimento igual à altura das paredes, posicionadas em todos os encontros de paredes, nas laterais de portas e janelas, e ancoradas às barras fixas na infraestrutura e no topo dos painéis. Colocou-se, ainda, reforços horizontais de 10 mm de diâmetro e comprimento com transpasse de 20 cm em todas as vergas e contravergas. No topo das paredes, também foi inserido armaduras de 10 mm de diâmetro, correspondendo à cinta superior da edificação. O concreto utilizado foi de fck 20 MPa, usinado, bombeável e auto-adensável, para não danificar a estrutura dos módulos.

#### 4.2.3 Projetos Complementares (Elétrico, Hidrossanitário e SPDA)

As instalações hidrossanitárias e elétricas, no método com Contêiner Marítimo, são projetadas e executadas semelhante ao sistema convencional, resultando, entretanto, em uma

perda de área útil devido a adoção de tubulações embutidas, uma vez que aumentará a espessura das paredes. E, por se tratar de uma estrutura metálica, foi utilizado o SPDA, por questões de segurança para os usuários da edificação.

Em construções executadas com o método Concreto-PVC, devido à própria característica do Policloreto de Vinila (PVC), não há necessidade da utilização de sistema SPDA e, portanto, não foi utilizado na edificação em questão. A respeito das tubulações hidrossanitárias e cabeamento elétrico, estas podem passar pelo teto, piso e por dentro dos módulos de PVC. Entretanto, não é permitido tubulações horizontais, com exceção de trechos não estruturais de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando um metro.

Sendo assim, ao elaborar o projeto elétrico, verificou que toda instalação percorreu pelo teto e conectou às tomadas e interruptores descendo verticalmente pelos módulos, igualmente ao que ocorreu no sistema utilizando contêiner, logo, não possuindo diferenças entre os dois métodos. O mesmo ocorreu ao elaborar o projeto sanitário, no qual as tubulações percorreram o piso da edificação, não havendo alteração entre ambos. Devido a isto, portanto, não foi levantado seus quantitativos, uma vez que a pesquisa constitui em um estudo comparativo.

Para instalações hidráulicas, por sua vez, houve pequenas diferenças. Isso porque no contêiner marítimo foi projetado de forma que as tubulações percorressem por menores caminhos e com menor utilização de peças, afim de diminuir a perda de carga. No outro método, entretanto, houve a necessidade de respeitar suas limitações, resultando em uma configuração diferente e, portanto, este projeto foi levado em consideração para desenvolvimento da pesquisa. Vale ressaltar que foram adotados, para ambos, os mesmos pontos de utilização e parâmetros de dimensionamento para elaboração dos projetos.

### **4.3. Levantamento dos Quantitativos de Materiais**

Após definido as características da edificação e desenvolvido seus projetos arquitetônico, estrutural e complementares, foi possível identificar quais serviços e, conseqüentemente, materiais e mão de obra seriam necessários para a construção da residência padrão utilizada nesta pesquisa, permitindo a elaboração do orçamento de sua execução, para ambos métodos construtivos.

Para elaboração da planilha orçamentária, entretanto, é preciso que se faça o levantamento do quantitativo de cada material e mão de obra que será utilizado, para que seja possível estimar o valor de cada serviço. Devido isso, foi obtido estes quantitativos, com base

nas informações arquitetônicas, estruturais e dos projetos complementares, elaboradas previamente. Vale ressaltar, que foi levado em consideração apenas as etapas construtivas que se diferenciam entre os dois métodos construtivos, sendo alguns itens, dessa forma, dispensados por serem iguais entre os métodos ou possuírem pouca representatividade para o objetivo da pesquisa.

#### 4.3.1 Sistema Construtivo com Contêiner Marítimo

Como visto, para o Sistema com Contêiner Marítimo, foi definido que sua infraestrutura seria fundação rasa, formada por blocos de concreto. Através do projeto estrutural, obteve-se o valor do volume total de escavação e concretagem, além da área total na qual será colocado o lastro de concreto magro e o peso resultante da armação. Verificou-se, ainda, as áreas laterais dos blocos para contabilizar a área total necessária para forma.

Em relação à superestrutura, conforme previsto no projeto arquitetônico, foram contabilizados um contêiner *Dry Box 20'* e um *Dry Box 40'*. Para que estes pudessem ser posicionados no local exato da edificação, foi utilizado o guindaste hidráulico autopropelido. O tempo necessário para isto foi obtido através de informações repassadas por três empresas, que executam este serviço, cujos valores estão apresentados no apêndice A. Com isso, a fim de uma representatividade mais fiel à realidade, foi tirado a média destes tempos e obteve que são necessárias duas horas para execução deste serviço.

Ainda em relação aos serviços iniciais, tem-se as adaptações dos contêineres, com realização de aberturas em chapas, e aplicação de uma pintura protetora. Para as aberturas e recortes das chapas dos contêineres, visando atender aos detalhes arquitetônicos, foram contabilizados a área total de recorte. Para isso, verificou-se as medidas das portas e janelas, bem como o comprimento e altura da abertura prevista entre a sala de estar e sala de jantar. A aplicação do fundo anticorrosivo, entretanto, foi medida utilizando a área interna e externa dos contêineres.

Os itens pertencentes às instalações hidráulicas e do SPDA foram contabilizados segundo o que dispõe em seus projetos. Com isso, após projetados e dimensionados, foram elaboradas as listas de materiais, com seus quantitativos. Vale ressaltar que a instalação de SPDA não é obrigatória, sendo utilizada apenas por questões de segurança e, portanto, foi levantada seu orçamento.

As paredes, por sua vez, foram feitas com placas de gesso acartonado, com uma e duas faces. Para o primeiro caso, foi contabilizado as áreas em contato com as chapas laterais

do contêiner. Já para aplicação de *Drywall* com duas faces, verificou a área das paredes internas. Vale ressaltar que, para ambos, foi descontado as áreas de aberturas e considerado o pé direito de 2,40 metros. Com a utilização destas áreas, também contabilizou a área total de aplicação da impermeabilização com lã de rocha.

Em relação ao forro, para aplicação do *Drywall*, e pintura do piso, utilizou-se da soma das áreas dos cômodos. Já a área total da cobertura dos dois contêineres correspondeu à área de impermeabilização com manta asfáltica. Por fim, para aplicação de massa corrida e pinturas de acabamento nas paredes, foi levantado a área total das paredes que receberiam o respectivo revestimento, sendo que a tinta automotiva foi aplicada nas paredes externas e a pintura látex PVA, aplicada nas paredes internas.

#### 4.3.2 Sistema Construtivo Concreto-PVC

A infraestrutura do tipo sapata corrida, escolhida para utilização no sistema de Concreto-PVC, foi dimensionada e projetada previamente e, através do projeto estrutural, foi levantado o quantitativo de material para cada serviço. Verificou-se, assim, o volume de escavação das sapatas, obtido pelas suas dimensões multiplicadas por seu comprimento total. O projeto ainda informa o peso total da armação, a área de fôrma utilizada e, também, o volume total de concreto necessário.

Após isso, foi levantado a área total de todas paredes da edificação, sendo este dado utilizado no orçamento do serviço de execução destas, o que inclui tanto as peças quanto sua montagem e travamento. Com o conhecimento de sua área total, e a altura dos módulos de PVC, obteve-se o volume de concreto necessário. O peso da armação das paredes foi contabilizado levando em consideração os detalhes de execução deste sistema, já abordados anteriormente. Dessa forma, o peso total da ferragem inclui os reforços verticais e horizontais, além das ancoragens, vergas, contravergas e cinta de amarração.

Tem-se, ainda, o telhamento da edificação, sendo adotado a cobertura com trama de madeira composta por ripas, caibros e terças, com telhado de duas águas, como visto anteriormente. Para execução deste serviço, portanto, foi levantado a área inclinada da cobertura, considerando a inclinação do telhado de 30%, conforme indicação do fabricante do tipo de telha utilizada.

E por fim, para forro e piso, igualmente ao outro método, foi utilizado a área total dos cômodos, sendo que a área do contrapiso aplicado em áreas molhadas corresponde à área

do banheiro, e para áreas secas corresponde aos demais cômodos. Vale ressaltar, também, que, como as espessuras das paredes se diferenciam entre os dois métodos, esta área do forro também será diferente entre ambos.

#### **4.4. Levantamento de Custo Direto**

Após identificado todos os serviços e quantitativo de materiais necessários para construção da residência padrão, que se diferenciam entre os dois métodos construtivos, foi realizado a composição do custo direto. Utilizou-se o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) como fonte para obtenção da composição de cada serviço, bem como seu custo unitário e mão de obra necessária, auxiliando na elaboração do orçamento. A base utilizada, portanto, constitui na tabela do SINAPI, em regime não desonerado, fornecida pela CEF, para o estado do Maranhão, referente ao mês de setembro, do ano de 2018. É de suma importância frisar que os valores utilizados são referentes ao custo, sem aplicação de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), por não ser relevante para alcançar o objetivo da pesquisa, e que o valor da mão de obra, devido ser obtida deste banco de dados, vem acrescida dos encargos sociais, entretanto, isso não influenciará o resultado final, uma vez que o estudo visa realizar um comparativo entre ambos métodos construtivos.

A tabela do SINAPI apresenta os coeficientes de consumo de cada insumo, para cada composição, assim como seu custo unitário. Cada composição possui sua unidade de serviço, na qual se buscará a metragem compatível solicitada na obra. Assim, o preço apresentado pela tabela corresponde à uma unidade do serviço, sendo necessário o levantamento do quantitativo, no qual será multiplicado pelo custo unitário para determinar o preço real do serviço, da obra em questão.

Houve, entretanto, algumas composições que não existiam no sistema SINAPI, sendo utilizado, para estes casos, outro banco de dados a fim de criar uma composição própria fundamentada em preços aproximados da realidade. Com isso, foi utilizado a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), para obtenção dos valores unitários destes insumos e elaborado suas respectivas composições. Os insumos no qual houveram esta necessidade, estão devidamente indicados nas planilhas de composições próprias, apresentadas nos apêndices B e C. Devido a estes métodos construtivos serem inovadores, existem, ainda, serviços que não se encontram nestas tabelas. Para estes casos, elaborou-se composições próprias baseadas em informações técnicas e obtenção de custo de empresas privadas. Optou-

se por efetuar busca em, no mínimo, três empresas, para cada caso deste, e utilizar a média dos dados disponibilizados.

Os apêndices B e C apresentam uma planilha com as composições próprias, com seus respectivos insumos, coeficientes de consumo e custo unitário. Além de que, no apêndice A, é possível verificar os valores obtidos das três empresas, para cada serviço que não existe nas tabelas utilizadas como base de dados, e a média utilizada para elaboração do orçamento.

Após obtido as composições unitárias de cada serviço e realizado o levantamento do quantitativo de materiais, foi elaborado as planilhas orçamentárias, dispostas nos apêndices D e E, na qual foi inserido apenas os serviços que diferenciam entre os dois sistemas construtivos, como já explicado anteriormente. A planilha é composta pelo custo direto da obra, que corresponde ao valor do insumo e mão de obra necessários para construção da edificação. Assim, a unidade solicitada na obra para cada serviço, levantada previamente, foi multiplicada pelo custo unitário, sendo obtido o valor do item em questão. O custo total da obra corresponde ao somatório do valor de cada item presente na planilha orçamentária.

#### **4.5. Levantamento do Tempo de Execução**

Ao executar uma obra, é fundamental ter conhecimento de qual mão de obra se precisará para realização do serviço, isso porque o seu valor interfere, diretamente, no custo final. Cabe ao engenheiro responsável, alocar de forma eficaz e eficiente estes recursos, de modo que haja seu maior aproveitamento e menor custo, além de promover maior produtividade, acelerando a construção e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de execução.

Como este tempo constitui em um parâmetro que influencia, diretamente, na escolha por um método construtivo, buscou-se, nesta pesquisa, identificar quanto tempo se leva para executar a residência padrão adotada no estudo, para ambos casos. Com o levantamento do quantitativo de materiais e elaboração da planilha orçamentária, foi possível verificar quais profissionais seriam necessários para construção da edificação, pois a tabela do SINAPI apresenta a mão de obra utilizada para realização de cada serviço, assim como seu coeficiente de produtividade.

A partir disto, adotando uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, foi realizado o dimensionamento de equipes. Verificou-se, inicialmente, a mão de obra de cada item da planilha orçamentária e, após, foi dimensionado uma equipe básica para cada serviço, mediante o índice de produtividade disponível no banco de dados do SINAPI ou levantado através de pesquisa. Com a equipe básica definida, calculou-se o índice de produtividade da equipe e,

utilizando os dados do quantitativo dos materiais multiplicados pelo coeficiente de produtividade, foi possível identificar quanto tempo gastaria para finalizar o serviço.

Vale ressaltar que para os serviços que não possuem sua composição no banco de dados do SINAPI, obteve-se o coeficiente de produtividade através de empresas que executam estes tipos de construção, no qual foi repassado um índice com base na média de horas em construções já realizadas.

Após ter conhecimento da equipe necessária e do tempo gasto para executar cada processo, foi realizado um planejamento de execução da obra. Nesta etapa, verificou qual a ordem e quais serviços aconteciam simultaneamente, alocando a mão de obra de forma mais eficiente, sem deixar profissional ocioso. Com isso, foi possível determinar o tempo de execução da construção, de forma a representar mais fielmente a realidade. Foi considerado, para os serviços que não foram levantados no estudo, uma equipe própria, não interferindo, assim, no resultado final.

## 5 RESULTADOS

Com o desenvolvimento das etapas metodológicas, descritas no capítulo anterior, foi possível obter os dados referentes ao custo de materiais e mão de obra, além do tempo de execução, para os Sistemas Construtivos em Concreto-PVC e com Contêiner Marítimo. Baseado na execução de uma residência padrão, foi desenvolvido uma planilha orçamentária para cada método, no qual obteve-se o custo direto de execução de cada etapa construtiva. Além de que, ao levantar todos os serviços, foi possível estimar, também, o tempo necessário para executá-los. Ao adquirir estes dados, portanto, pôde-se realizar a comparação entre os dois métodos, a fim de alcançar os objetivos propostos, inicialmente, com esta pesquisa.

Neste capítulo, por conseguinte, será realizado a comparação entre estes métodos, apresentando os principais resultados obtidos com o estudo. A análise se fundamentou na diferença que estes métodos apresentam em relação ao seu custo e tempo de execução, sendo primordiais para escolha de um método em detrimento do outro, para implementação de uma residência na cidade de São Luís, no Maranhão. Com isso, abaixo será explanado os resultados adquiridos com a análise comparativa.

### 5.1. Comparação do Custo Direto (Materiais e Mão de Obra)

Neste item, será abordado sobre a análise comparativa de custo de material e mão de obra dos dois sistemas construtivos. Para isso, foi desenvolvido uma planilha orçamentária para cada método, disponibilizada nos apêndices D e E, com o levantamento de cada serviço necessário, assim como a medição do quantitativo. O valor unitário destes serviços foi adquirido através da utilização das tabelas do SINAPI, do mês de setembro, do ano 2018, com valores referentes ao estado do Maranhão. Para os itens que não existiam nesta tabela, foi criada uma composição própria, mostrado nos apêndices B e C, com a utilização dos valores unitários encontrados na TCPO ou, ainda, através de pesquisa de mercado, como explicado anteriormente. Devido às paredes não possuírem espessuras iguais, resultou em áreas diferentes. Com isso, alguns comparativos de custo dos sistemas serão feitos por metro quadrado, para que não haja interferência no resultado final.

A análise comparativa foi realizada para os itens que se diferenciavam entre os métodos, e, ainda, para aqueles que pertenciam à ambos, porém seus quantitativos se diferenciavam. Percebeu-se que o método com Contêiner Marítimo necessita de serviços preliminares, correspondendo à aquisição do contêiner e sua adaptação e proteção, além de

instalação de SPDA e pintura. Tais etapas são dispensadas pelo método de Concreto-PVC, devido às suas características construtivas, vistas anteriormente, resultando em um custo zero para estes itens. Entretanto, este último necessita que seja realizado a colocação de piso, serviço no qual não se encontra no contêiner, uma vez que se utilizou o próprio piso deste, sendo necessário apenas uma pintura.

Assim, obteve-se o custo de cada serviço levantado, incluindo materiais e mão de obra, obtendo o valor de cada etapa construtiva, como visualizado no quadro 7.

Quadro 7 - Comparativo de Custo entre os métodos por etapa construtiva

<b>Serviços</b>	<b>Método Contêiner Marítimo (R\$)</b>	<b>Método Concreto-PVC (R\$)</b>
Serviços preliminares	28.038,40	0,00
Infraestrutura	1.196,38	7.087,36
Paredes e Painéis	9.693,71	34.524,87
Cobertura	2.996,15	4.291,68
Instalações Hidráulicas	650,31	939,28
Instalações SPDA	976,66	0,00
Pintura	4.321,83	0,00
Forro	1.839,02	1.890,32
Piso	0,00	2.331,39
<b>TOTAL</b>	<b>49.712,46</b>	<b>51.064,90</b>

Fonte: Autor, 2018.

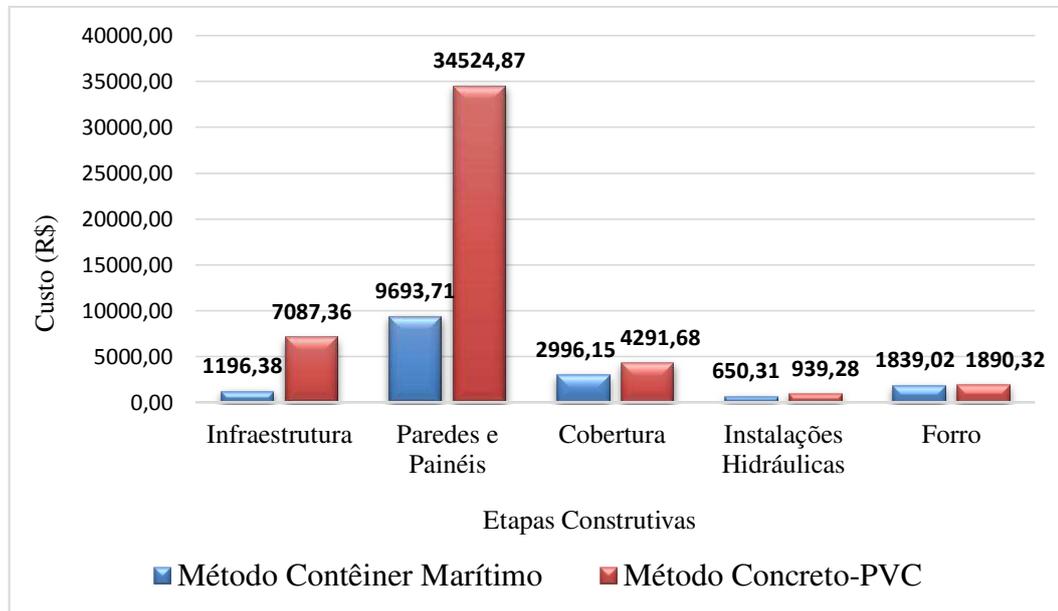
Conforme visto no quadro 7, apesar do custo total entre os dois métodos ter uma diferença pequena de R\$ 1.352,44, que corresponde à 2,72%, os dois métodos apresentam uma diferença de custo significativa entre as etapas construtivas analisadas, com exceção da colocação de forro, que, para o Método Contêiner Marítimo, custa R\$ 1.839,02 e para o Método Concreto-PVC, custa R\$ 1.890,32, resultando em uma diferença de, apenas, R\$ 51,30.

Essa elevada diferença de custo, entre as etapas, ocorreu devido aos métodos construtivos em análise apresentarem características bem definidas e diferentes, entre si. As etapas dos serviços preliminares e paredes e painéis apresentaram uma diferença de valor bastante elevada, por consistirem nas etapas que envolvem a estrutura da edificação e que caracterizam os métodos abordados. O primeiro item envolve a aquisição do contêiner marítimo e seu tratamento e adaptação, para adequar à arquitetura prevista. Já o item das paredes e painéis, para o sistema Concreto-PVC, corresponde às paredes da edificação, formadas pelo encaixe de suas peças de PVC preenchidas por concreto e reforços estruturais, característica

que define o método. Enquanto que para o outro sistema, esta etapa envolve apenas a construção das divisórias internas da edificação, ocasionando em um custo bem mais barato.

Na figura 46 é possível visualizar, com maior clareza, a variação de custo das etapas semelhantes entre ambos sistemas construtivos.

Figura 46 - Comparação entre as etapas construtivas semelhantes aos dois métodos.



Fonte: Autor, 2018.

Ao comparar os custos das etapas análogas, verificou que o método de Concreto-PVC apresenta custo mais elevado em todas, sendo que os itens paredes e painéis e infraestrutura correspondem aos que possuem uma variação mais significativa, em relação ao outro método. Com isso, para executar apenas as etapas apresentadas na figura 46, pelo método Concreto-PVC, teria um custo de R\$ 48.733,51 e para o Método com Contêiner Marítimo se gastaria R\$ 16.375,57, ou seja, o primeiro sistema apresenta um valor de R\$ 32.357,94 mais elevado comparado ao outro.

Entretanto, em relação às etapas que se diferenciam entre os métodos, o sistema com Contêiner Marítimo apresentou um custo bem mais elevado, principalmente devido à etapa de serviços preliminares, que apresenta um valor correspondente à R\$ 28.038,40, conforme podemos observar no quadro 8.

Percebe-se, portanto, que para execução apenas das etapas construtivas específicas de cada método construtivo, o método com Contêiner Marítimo teria um custo de R\$33.336,89 e para o Método Concreto-PVC se gastaria R\$ 2.331,39, ou seja, o primeiro sistema apresenta um valor de R\$ 31.005,50 mais elevado comparado ao outro.

Quadro 8 - Comparação entre as etapas que se diferenciam entre os métodos.

Serviços	Método Contêiner Marítimo	Método Concreto-PVC
Serviços preliminares	28.038,40	0,00
Instalações SPDA	976,66	0,00
Pintura	4.321,83	0,00
Piso	0,00	2.331,39
<b>TOTAL</b>	<b>33.336,89</b>	<b>2.331,39</b>

Fonte: Autor, 2018.

Os valores mostrados nos quadros anteriores representam o custo total de cada serviço, correspondendo ao custo de material somado ao valor da mão de obra necessária para sua execução. Para melhor entendimento, o quadro 9 apresenta o custo estratificado de material e mão de obra de cada serviço, segundo as etapas construtivas, pertinentes a cada método construtivo.

Quadro 9 - Custo de Materiais e Mão de obra, para cada método.

Serviços	Método Contêiner Marítimo		Método Concreto-PVC	
	Materiais	Mão de Obra	Materiais	Mão de Obra
Serviços preliminares	25.861,32	2.177,08	0,00	0,00
Infraestrutura	813,11	383,27	5.011,95	2.075,41
Paredes e Painéis	8.709,61	984,11	30.645,73	3.879,14
Cobertura	2.233,00	763,16	3.042,14	1.249,54
Instalações Hidráulicas	360,38	289,93	566,77	372,50
Instalações SPDA	768,42	208,24	0,00	0,00
Pintura	2.142,29	2.179,54	0,00	0,00
Forro	1.434,07	404,95	1.474,08	416,24
Piso	0,00	0,00	1.766,34	565,05
<b>TOTAL</b>	<b>42.322,20</b>	<b>7.390,28</b>	<b>42.507,01</b>	<b>8.557,88</b>

Fonte: Autor, 2018.

Ao analisar os dados do quadro 9, verificou-se que o método de Concreto-PCV possui um custo superior, tanto para os materiais quanto para mão de obra. Constatou-se que custo total dos materiais são próximos entre os dois métodos construtivos, apresentando uma pequena diferença correspondente a apenas, R\$ 184,81. Em relação à mão de obra, por sua vez,

se tem uma variação bem maior, no qual o Método Concreto-PVC apresentou uma diferença no custo total equivalente a R\$ 1.167,60 maior que o Método com Contêiner Marítimo.

Os itens de Instalações Hidráulicas e Forro corresponderam aos que apresentaram menor diferença, tanto para materiais, equivalente a R\$ 206,39 e R\$ 40,01, respectivamente, quanto mão de obra, equivalente a R\$ 82,57 e R\$ 11,29. Isso se deu pelo fato de consistirem nas etapas construtivas que são executadas igualmente para os dois métodos construtivos, com diferença apenas no quantitativo medido.

Percebeu-se, ainda, que os itens serviços preliminares e paredes e painéis apresentaram a maior diferença de custo de materiais, correspondente a R\$25.861,32 e R\$ 21.936,12. Justifica-se pelo fato de corresponderem às etapas que envolve a própria estrutura da edificação e que caracterizam cada método, ou seja, em serviços preliminares se tem o custo do contêiner marítimo e em paredes e painéis, para o Método Concreto-PVC, se tem o custo com os módulos de PVC. Em relação à mão de obra, estes itens também consistiram naqueles que possuíram a maior diferença, correspondente a R\$ 2.177,08 e R\$ 2.895,03, respectivamente, acrescido da etapa de pintura, que possuiu uma diferença de R\$ 2.179,54. Isso porque apresentam altos preços unitários e quantitativos levantados para um mesmo serviço.

Com o custo total obtido da planilha orçamentária, pode-se calcular o valor por metro quadrado correspondente a cada sistema construtivo. O quadro 10 apresenta o resumo dos valores obtidos nesta comparação.

Quadro 10 - Custo por metro quadrado.

<b>Método Construtivo</b>	<b>Custo Total (R\$)</b>	<b>Custo por m<sup>2</sup> (R\$/m<sup>2</sup>)</b>
Método Contêiner Marítimo	49.712,46	1.116,40
Método Concreto-PVC	51.064,90	1.146,50

Fonte: Autor, 2018.

Ao observar o quadro 10, percebe-se que o método com Contêiner Marítimo apresenta um valor mais barato, correspondente à R\$ 1.116,40 por metro quadrado da edificação, enquanto que para o método Concreto-PVC, o valor por metro quadrado equivale à R\$ 1.146,50. Com isso, portanto, o primeiro sistema apresenta uma economia, em relação ao outro método, equivalente a R\$ 30,10 por metro quadrado, o que representa uma diferença de R\$ 1.352,44 no custo total, incluindo material e mão de obra. Percebe-se, por conseguinte, que uma obra realizada utilizando o sistema construtivo com Contêiner Marítimo apresentará uma

economia, em comparação a mesma edificação executada com o sistema construtivo Concreto-PVC.

## **5.2. Comparação do Tempo de Execução**

Visando alcançar os objetivos propostos, verificou-se o tempo necessário para executar os serviços analisados para residência padrão da pesquisa, a fim de identificar qual sistema construtivo em estudo apresenta menor tempo de execução, com base nos dados obtidos previamente através do banco de dados do SINAPI e pesquisas nas empresas que executam estes tipos de obra.

Conforme já explicado anteriormente, foi identificado qual mão de obra seria necessária para cada serviço e realizou-se o dimensionamento da sua equipe básica, identificando quantos oficiais e auxiliares seriam necessários para executá-lo, de forma que o profissional não ficasse ocioso. Com isso, fez-se o planejamento de execução da obra identificando a ordem em que os serviços seriam realizados e alocando os recursos de modo que houvesse o maior aproveitamento possível do tempo.

Assim, para o sistema construtivo com Contêiner Marítimo, obteve-se, através do dimensionamento, a equipe de trabalhadores composta por dois serventes, quatro pedreiros, quatro armadores, um encanador, quatro montadores, três carpinteiros, um eletricista, três pintores, um serralheiro, um soldador e cinco impermeabilizadores para executar os serviços analisados neste estudo, presentes na planilha orçamentária referente a este método.

Em contrapartida, verificou-se que, para o sistema construtivo Concreto-PVC, a equipe de trabalhadores, para execução dos serviços levantados, é formada por três serventes, quatro pedreiros, quatro armadores, um encanador, um montador, três carpinteiros, um telhadista e dois ladrilhistas. Percebe-se, portanto, que alguns profissionais utilizados no outro método também são usados neste sistema, entretanto, este apresentou uma equipe com menor quantidade de trabalhadores.

Ao utilizar estas equipes básicas, encontrou-se o tempo necessário para executar cada serviço, segundo o coeficiente de produtividade da equipe, para ambos sistemas construtivos. Sabe-se, entretanto, que há serviços que acontecem simultaneamente, ou que dependem da finalização de outro pertencente a outro item para iniciarem, logo, o tempo necessário para executar a etapa construtiva não corresponde, necessariamente, à soma do tempo de execução de seus serviços. Assim, o tempo real de execução da etapa foi identificado após realizar o planejamento de execução da obra.

Dessa forma, fez-se um planejamento baseado na equipe em disposição e no tempo necessário para execução do serviço. Verificou-se, primeiramente, a ordem em que estes serviços deveriam ser executados e o seu tempo de execução, além da disponibilidade da mão de obra, alocando os recursos. Ao organizar a execução dos serviços, foi obtido o tempo total gasto por cada etapa construtiva. Os quadros 11 e 12 apresentam um resumo da quantidade de dias previstas para realizar cada etapa, após planejamento, para o método com Contêiner Marítimo e Concreto-PVC, respectivamente.

Quadro 11 - Tempo de execução, por item, para o Método com Contêiner Marítimo.

<b>MÉTODO CONTÊINER MARÍTIMO</b>	
<b>Itens</b>	<b>Dias</b>
Serviços Preliminares	13,25
Infraestrutura	5,5
Paredes e Painéis	1,92
Cobertura	1,0
Instalações Hidráulicas	1,42
Instalação SPDA	6,27
Pintura	8,6
Forro	2,33

Fonte: Autor, 2018.

Quadro 12 - Tempo de execução, por item, para o Método Concreto-PVC.

<b>MÉTODO CONCRETO-PVC</b>	
<b>Itens</b>	<b>Dias</b>
Infraestrutura	23,8
Paredes e Painéis	10,23
Cobertura	1,8
Instalações Hidráulicas	2,31
Forro	4,32
Piso	2,39

Fonte: Autor, 2018.

Ao efetuar o dimensionamento e planejamento da execução da obra, identificou a quantidade de dias necessárias para construção. Assim, verificou-se que o tempo total encontrado, utilizando a equipe básica, para o método com Contêiner Marítimo, correspondeu a 19 dias, adotando uma jornada de trabalho de 8 horas diárias. Em contrapartida, o método Concreto-PVC, com sua equipe básica, necessita de 27 dias para executar todos os serviços previstos, adotando a mesma jornada de trabalho diária.

Com a identificação do tempo de execução segundo cada método, realizou-se outro planejamento para aquele em que demanda maior tempo, que consiste no Concreto-PVC, neste caso determinando que a obra seja executada no mesmo tempo que o sistema com Contêiner Marítimo, a fim de averiguar o acréscimo de mão de obra que será necessário. Para isso, identificou-se os serviços no qual demandam maior tempo, consistindo na escavação manual da vala da infraestrutura e na construção das paredes com os módulos de PVC (incluindo montagem e travamento). Ao analisar, percebeu-se que, para que a edificação fique pronta em 19 dias, é necessário utilizar duas equipes para o primeiro serviço e três equipes para o segundo.

A mudança prevista na mão de obra, entretanto, para alcançar o tempo determinado, acarreta em um aumento do custo, uma vez que se teria que contratar mais nove serventes e dois pedreiros. Verificou, através do planejamento de execução da obra, que com duas equipes para o serviço de escavação de vala, este seria executado em dois dias. Percebeu-se, ainda, que com três equipes para a montagem e travamento dos perfis de PVC, se conseguiria executar este serviço em três dias. O quadro 13 mostra o valor no qual seria acrescido ao custo da mão de obra, considerando uma jornada de trabalho de oito horas diárias e utilizando o preço por hora obtido pela tabela do SINAPI.

Quadro 13 - Custo acrescido da mão de obra para método Concreto-PVC.

Serviço	Mão de Obra	Unidade	Quant.	Preço/H	Jornada de Trabalho (H)	Preço por dia (R\$)	Dias trabalhados	Preço Total (R\$)
Escavação da Vala	Servente	Unid.	1	10,14	8	81,12	2	162,24
Paredes de PVC	Servente	Unid.	8	10,14	8	81,12	3	1.946,88
	Pedreiro	Unid.	2	14,40	8	115,2	3	691,2
<b>TOTAL =</b>								<b>2.800,4</b>

Fonte: Autor, 2018.

Devido a este acréscimo no orçamento da mão de obra, para construção da edificação utilizando o método concreto-PVC, se teria um aumento no custo total da obra, passando a custar equivalente a R\$ 53.865,30, apresentando uma diferença de R\$ 4.152,84, correspondente a 8,35%, em comparação ao método com Contêiner Marítimo, uma vez que este método possui um custo total equivalente a R\$ 49.712,46.

## 6 CONCLUSÃO

A construção civil representa papel fundamental para o país, no âmbito econômico e social. Além da grande capacidade de geração de emprego e riquezas, este setor é capaz de reduzir o elevado índice de déficit habitacional apresentado pelo país. A crescente demanda por habitações leva à necessidade por métodos construtivos industrializados e inovadores, capazes de aumentar a produtividade, de forma econômica e sustentável, mantendo a qualidade da edificação e proporcionando conforto aos moradores. Já se observa o aumento da industrialização deste setor no país, marcado pela inserção de métodos construtivos inovadores no mercado atual, como os sistemas construtivos com Contêiner Marítimo e Concreto-PVC, apresentados no estudo, visando, dentre outros fatores, enfrentar a crise econômica e a escassez dos recursos naturais.

O Sistema Construtivo com Contêiner Marítimo, já utilizado no estado do Maranhão, é caracterizado pela utilização de contêineres, descartados nos pátios portuários, para transformá-los em edificações residenciais ou comerciais. Constitui em uma tecnologia modular, difundida no mercado internacional e bastante viável, na qual apresenta baixo custo, se comparado ao método convencional, e caráter sustentável, com baixa geração de resíduos e maior facilidade de execução. Além de que esta estrutura se caracteriza por ser autoportante, exigindo, assim, por fundações menos complexas. Entretanto, por serem utilizados previamente para transporte de carga, se tem a possibilidade de contaminação, dependendo do material transportado, sendo necessário uma realização prévia de desinfecção.

Em relação ao Sistema Construtivo Concreto-PVC, esta metodologia ainda não foi difundida no Maranhão, entretanto já se encontra em várias regiões do país. A tecnologia consiste no encaixe de módulos vazados de PVC, preenchidos por concreto auto-adensável e barras de aço para reforço estrutural, formando a própria parede da edificação. Devido às peças permanecerem incorporadas à construção, o custo de execução diminui devido não se ter necessidade de uso de acabamento. Assim como o outro método, apresenta vantagens como alta produtividade e baixa geração de resíduos, além de menor consumo de recursos naturais. Porém, ainda não se tem a possibilidade de arranjos arquitetônicos mais ousados e, devido aos módulos serem feitos sob medidas, mudanças na arquitetura pode levar à perda de material.

A pesquisa buscou realizar uma análise comparativa de custo e benefício e identificar, dentre os sistemas construtivos de Contêiner Marítimo e Concreto-PVC, qual método é mais viável para execução de uma residência de baixo padrão na cidade de São Luís,

no Maranhão. Para isso, foi realizado um aprofundamento do tema através de pesquisas bibliográficas e elaborado um projeto arquitetônico e complementares de uma residência.

Ao realizar a análise dos resultados, percebeu-se que os métodos apresentam uma diferença de custo elevada em relação às etapas construtivas em estudo, com exceção do item forro. Verificou que as etapas de serviços preliminares e paredes e painéis foram as que apresentaram maior diferença, uma vez que consistem na própria estrutura da edificação, ou seja, que caracterizam os métodos construtivos. O método Concreto-PVC apresentou custos mais elevados em relação às etapas construtivas coincidentes entre os métodos. Entretanto, para as demais etapas, o método com Contêiner Marítimo teve maior custo.

Realizou-se, ainda, uma comparação de custo de material e mão de obra, separadamente. Os resultados mostraram que, para ambos, o método Concreto-PVC possui valores maiores, tendo a maior diferença em relação à mão de obra, correspondendo à R\$1.167,60 maior, enquanto que se teve apenas R\$ 184,81 de diferença para os materiais. Ao analisar de forma global, constatou que o método com Contêiner Marítimo possui menor custo para execução de uma residência, em comparação ao método Concreto-PVC, com R\$ 1.352,44 de diferença no custo total.

Afim de analisar o tempo necessário para a construção da residência, para cada método foi dimensionado uma equipe básica e realizado um planejamento de execução, de forma a aproveitar ao máximo os recursos. Constatou-se que, adotando uma jornada de trabalho de oito horas diárias, se gasta 19 dias utilizando o método com Contêiner Marítimo, enquanto que o método Concreto-PVC necessita de 27 dias para executar todos os serviços. Para que este execute no mesmo tempo que o outro sistema, se teria um acréscimo de R\$ 2.800,40 no custo da mão de obra, aumentando a diferença para R\$ 4.152,84 no preço global.

Percebe-se, por conseguinte, com esta pesquisa, que o sistema construtivo com Contêiner Marítimo se mostrou mais vantajoso e mais viável, em comparação ao sistema Concreto-PVC, para construção de uma residência na cidade de São Luís, no Maranhão, devido apresentar uma economia financeira e de produtividade, além de consistir em um método seguro, sustentável e de fácil execução. Para trabalhos futuros, tem-se como sugestão a análise comparativa verificando a viabilidade de implantação de edifícios de mais de um pavimento, ou, ainda, realizar um estudo de possíveis patologias decorrentes do uso de cada método.

## REFERÊNCIAS

- ANDREOLLI, Samara. **Avaliação do desempenho térmico de edificações em contêiner**. 2017. 79f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 2017.
- BARROS, Carolina. **Técnicas Construtivas**: Apostila de Fundações. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Pelotas, 2011.
- BAZZE PVC. **Manual de Montagem**: Construções Residências com Paredes Estruturais de Perfis de PVC Preenchidos com Concreto. Portão, Rio Grande do Sul, 2018.
- BRASIL. **Decreto nº 80.145**, de 15 de agosto de 1977. Regulamenta a Lei nº 6.288, de 11 de dezembro de 1975, que dispõe sobre a unitização, movimentação e transporte, inclusive intermodal, de mercadorias em unidades de carga, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-80145-15-agosto-1977-429176-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 17 set. 2018.
- BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL, Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Habitação – SNH. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores – SINAT. **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos – DIRETRIZ SINAT Nº 004 - Sistemas construtivos formados por paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto**. Brasília, 2010.
- CASTILHO, Pablo. IKEGAMI, Tatiana Fuzeto. **Como escolher um contêiner para sua casa**. Blog Minha Casa Container. 2015. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2015/04/30/como-escolher-um-container-para-sua-casa/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.
- CASTILHO, Pablo. IKEGAMI, Tatiana Fuzeto. KOCHANOWSKI, Douglas. **Cuidados que devemos ter para transformar um container**. Blog Minha Casa Container. 2015. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2015/05/11/cuidados-que-devemos-ter-na-hora-de-transformar-um-container/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.
- CARBONARI, L. T. **Reutilização de contêineres ISO na arquitetura**: aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do Brasil. 2015. 196 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015.
- CHANAN, Luís Antônio. **Análise Comparativa de Custos de uma Residência Unifamiliar Executada com Método Construtivo Convencional e Concreto-PVC**. 2016. 107f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.
- CICHINELLI, Gisele. Sistemas construtivos para casas e sobrados usa painéis de PVC preenchidos com concreto. **Revista Técnica**, Edição 199. 2013. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/199/artigo299968-1.aspx>> Acesso em 01 de setembro de 2018.

DILIGENTI, Marcos et al. Habitação Unifamiliar Sustentável: Projeto de Casa Laboratório. In.: CONGRESSO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL. **Artigos**. Porto Alegre, 2010. p. 3251-3254.

DOMINGOS, Bruno Eduardo Mazetto. **Métodos para o conforto térmico e acústico em habitações de contêineres**. 2014. 73f. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Projeto Arquitetônico: Composição e Tecnologia do Espaço Construído) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

EGÊA, Rafael Barranqueiro. **Fast Construction – Sistemas capazes de quebrar recordes**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi – São Paulo, 2004.

ESSER, **Vantagens e desvantagens de residências em containers**. Esser Arquitetura e Engenharia Sustentável, Brasília, 2012. Disponível em: <[http://esserengenharia.blogspot.com.br/2012/09/nobrasilaproveitarconteninerespara\\_21.html](http://esserengenharia.blogspot.com.br/2012/09/nobrasilaproveitarconteninerespara_21.html)>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

FACCO, Isabela Rossatto. **Sistemas Construtivos Industrializados para Uso em Habitações de Interesse Social**. 2014. 85f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – Rio Grande do Sul, 2014.

FERRARI, Tiago S. **Habitação Econômica: Sistemas Industrializados à Base de Cimento para Habitação**. Apresentado na ConcreteShow, 2011. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/63/anexo/royaldobra.pdf>> Acesso em: 01 de setembro de 2018.

FERREIRA, Augusto Sendtko. **Estudo Comparativo de Sistemas Construtivos Industrializados: paredes de concreto, Steel Frame e Wood Frame**. 2014. 62f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria – Rio Grande do Sul, 2014.

FERREIRA, M. A.; CARVALHO, Roberto Chust; ELLIOTT, Kim S. Avanços para análise e projeto em estruturas pré-moldadas com ligações semi-rígidas. **Concreto e Construção**, v. 59, p. 70-77, 2010.

FOSSOUX, E.; CHEVRIOT, S. **Construire sa maison container**. 2. ed. Paris: Eyrolles, 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional municipal no Brasil**. Belo Horizonte: FJP, 2015. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/596-nota-tecnica-deficit-habitacional-2013normalizadarevisada/file>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

FRANK, Rafael. Construção Plástica. Sistema de Concreto/PVC utilizado na fábrica de polipropileno. **Revista Técnica**, ed. 139, 2008.

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

GIANESINI, Lincon Rodrigues. KIELING, Antonio Claudio. Um estudo sobre a viabilidade da reutilização de contêineres marítimos para fabricação de casas populares. In.: IV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. **Resumos**. Ponta Grossa, 2014.

GUIMARÃES, Andrei Hammes. **Análise da viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas construtivos aplicados às habitações de interesse social de Florianópolis**. 2014.

290f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

IBDA. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **Concreto e PVC, um casamento promissor.** 2018. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=1274>>. Acesso em: 22 out. 2018.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Famílias Pobres no Paraná.** Curitiba, 2003.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – Relatório de Pesquisa,** 2012. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911\\_relatorio\\_construcao\\_civil.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf)>. Acesso em: 09 de setembro de 2018.

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

KOTNIK, J. New Container Architecture. Editor: Links, **Linksbooks.Net**, Barcelona Spain, 2013.

LATOSINSKI, Karina Trevisan. **Avaliação de Habitações Construídas com Painéis de PVC Preenchidos com Concreto.** 2015. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

LOPES, Roberta. Função do Ministério das Cidades é criar políticas urbanas. **Revista Extra,** 2012. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/funcao-do-ministerio-das-cidades-e-criar-politicas-urbanas/>>. Acesso em: 09 de setembro de 2018.

MAIA, Ravanna Souza. **Estudo Comparativo entre Métodos Construtivos: Contêiner Marítimo e Steel Frame.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís – Maranhão, 2018.

MILANEZE, G. L. S. et al. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/SC.** 1º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, IFSC, Santa Catarina, 2012.

MINHA CASA CONTAINER. **Sobre containers na construção civil.** Disponível em: <<https://minhacasacontainer.com/>>. Acesso: em 28 agosto de 2018.

MIRANDA CONTAINER. **Container Dry,** 2015. Disponível em: <<https://mirandacontainer.com.br/container-dry/>> Acesso em: 28 de agosto de 2018.

MIRANDA, Leonardo Corrêa. **Método Executivo e as Vantagens da Aplicação do Sistema Modular de Parede de Concreto com Forma de PVC.** 2014. 37f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014.

ODEBRECHT INFORMA. **Edição impressa.** 2010. Disponível em: <<http://www.odebrechtonline.com.br/materias/02401-02500/2491/?lang=pt>>. Acesso em: 11 de junho de 2018.

OLIVEIRA, J. R. **Manual de construção Casa Container – Passo à passo.** Penha, 2016.

OXYMONTAGE. **The Container Solutions.** Disponível em: <<http://www.oxymontage.com/en/our-containers/open-side-containers>> Acesso em 26 de agosto de 2018.

PALERMO, Carolina et al. **Habitação Social: Uma Visão Projetual.** 2007. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/coloquiomom/comunicacoes/palermo.pdf>>. Acesso em: 09 de setembro de 2018.

PORTAL METÁLICA. **Container City: um novo conceito em arquitetura sustentável.** 2015. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/container-city-um-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel>>. Acesso em: 24 set. 2018.

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

ROBINSON, A.; SWINDELLS, T. Customized Container Architecture. In: **ACSA Fall Conference.** 2012. p. 64-69.

RODRIGUES, Filipe Klein. **Casa Contêiner: uma Proposta de Residência Unifamiliar Sustentável.** 2015. 93f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Unijui, 2015.

ROMANO, L.; DE PARIS, S.R.; NEUENFELDT JÚNIOR, A.L. Retrofit de contêineres na construção civil. **Labor & Engenho,** Campinas, v.8, n.1, p.83-92, 2014.

ROYAL. **Tecnologia Construtiva Concreto-PVC: Construindo um Mundo Melhor.** Ficha Técnica, Versão 1.0, 2018.

ROYAL DO BRASIL. **Concreto-PVC, Utilização do Sistema Royal para construção A Utilização do Sistema Royal para construção de casas populares.** 2011. Disponível em: <[http://www.royalbrasil.com.br/royal\\_building.htm](http://www.royalbrasil.com.br/royal_building.htm)> Acesso em: 02 de setembro de 2018.

SANTOS, Mauro Cesar Delarue dos. **Análise do sistema construtivo concreto - PVC em relação à logística de transporte para construção da Estação Científica da Ilha da Trindade (ECIT).** 2015. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SANTOS, J. Clayton. **O Transporte Marítimo Internacional.** 1ª ed. São Paulo: Gedimex. 1980.

SALGADO, M. S. **Metodologia para seleção de sistemas construtivos destinados à produção de habitações populares.** 1996. 224f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

SAWYERS, Paul. **Intermodal Shipping Container Small Steel Buildings.** U.S.: Library of Congress, 2008.

SCHMIDT, Vinicius Leandro. **Paredes Estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto: análise das potencialidades do sistema.** 2013. 90f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

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

SOUZA, Mateus Rodrigo de. **Análise de Viabilidade Econômica de Empreendimento Turístico com Casas Container**. 2017. 113f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017;

XAVIER, Michele M. **Como escolher um container para sua casa**. 2015. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2015/04/30/como-escolher-um-container-para-sua-casa/>>. Acesso em: 29 de agosto de 2018.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A – Valores obtidos de três empresas pesquisadas**

<b>VALORES DAS TRÊS EMPRESAS PESQUISADAS</b>					
<b>Método Construtivo</b>	<b>Serviço</b>	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>	<b>Empresa C</b>	<b>Média Calculada</b>
Contêiner Marítimo	Guindaste Hidráulico Autopropelido (h)	1,5	2,5	2	2
	Transporte dos Contêineres (R\$)	3.000,00	3.500,00	4.000,00	3.500,00
	Custo das aberturas em chapas (R\$)	80,00	100,00	50,00	76,67
Concreto-PVC	Transporte dos módulos (R\$)	3.200,00	4.000,00	3.500,00	3.566,67

**APÊNDICE B – Planilha de Composição Própria (Método com Contêiner Marítimo)**

CÓDIGO	REFERÊNCIA DO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ÍNDICE	PREÇO			TOTAL
					UNITÁRIO	MATERIAL	MÃO DE OBRA	
01		Dry Box 20', incluso transporte	UNID					
		Dry Box 20'	UNID	1	7000	10500		10500
		Trasporte do Contâiner	UNID	1	3500			
02		Dry Box 40', incluso transporte	UNID					
		Dry Box 40'	UNID	1	9000	12500		12500
		Trasporte do Contâiner	UNID	1	3500			
03		<b>Aberturas e Recortes de Chapas</b>	M2					
	11359 - I	Esmerilhadeira Angular elétrica, diametro do disco 7" (180 mm), rotação 8500 RPM, potencia 2400 W	UNID	0,07	614,87			
	25931 - I	Disco de Corte Diamantado segmentado diâmetro de 180 mm para esmerilhadeira 7"	UNID	0,3	77,31	70,16	7,2	77,36
	38383-I	Lixa d'água em folha, grão 100	UNID	3	1,31			
	6110 - C	Serralheiro	H	0,5	14,4			
04		<b>Ligação entre contêineres</b>	M					
	10999 - I	Eletrodo revestido aws E6013, diametro igual a 4mm	KG	0,8	13,85			
	1319 - I	Chapa de aço fina a quente bitola msg 3/16", e=4,75	KG	3,8	4,62			
	83765 - C	Grupo de soldagem com gerador a diesel 60 cv para solda elétrica, sobre 04 rodas, com motor 4 cilindros 600 A	CHP	0,5	62,06	85,106	49,98	135,09
	83765 - C	Grupo de soldagem com gerador a diesel 60 cv para solda elétrica, sobre 04 rodas, com motor 4 cilindros 600 A	CHI	1	25,44			
	88317 - C	Soldador com encargos complementares	H	3	16,66			
05		<b>Bucha de redução, PVC, soldável, DN 40 mm x 25 mm, instalado em ramal ou subramal de água - fornecimento e instalação</b>	UNID					
	122 - I	Adesivo Plastico para PVC, Frasco com 850 GR	UNID	0,009	45,16			
	834 - I	Bucha de redução de PVC, soldável, longa, com 40 x 25 mm, para água fria predial	UNID	1	2,65	3,57	3,47	7,04
	20083 - I	Solucao Limpadora para PVC, Frasco com 1000 cm3	UNID	0,011	39,22			
	38383 - I	Lixa D'água em Folha, Grao 100	UNID	0,06	1,31			
	88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,119	12,47			
	88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,119	16,73			
06		<b>Cruzeta PVC, soldável, DN 25 mm, instalado em prumada de água - fornecimento e instalação</b>	UNID					
	tcpo (2C 10 18 00 52 01)	Cruzeta PVC soldável DN 25 mm	UNID	1	7,29	7,29	2,41	9,70
	88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,083	12,47			
	88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,083	16,73			

<b>07</b>		<b>Joelho de redução 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25mm x 1/2" instalado em ramal e sub-ramal de água - fornecimento e instalação</b>	<b>UNID</b>							
				122 - I	Adesivo Plastico para PVC, Frasco com 850 GR	0,007	45,16			
				TCPO (2C 10 22 03 00 64)	Joelho 90 graus PVC soldável DN 25 mm com reducao roscável DN 1/2"	1	1,7			
				20083 - I	Solucao Limpadora para PVC, Frasco com 1000 cm3	0,008	39,22	2,40	4,38	
				38383 - I	Lixa D'agua em Folha, Grao 100	0,05	1,31			
				88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,15	12,47			
	88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,15	16,73						
<b>08</b>		<b>Registro de esfera borboleta, PVC, roscável, 3/4", fornecido e instalado em ramal de água</b>	<b>UNID</b>							
				3148 - I	Fita veda rosca em rolos de 18 mm x 50 m (L x C)	0,013	9,22			
				6031 - I	Registro de esfera PVC, com borboleta , com rosca externa, de 3/4"	1	9,2	9,32	5,84	
				88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,2	12,47			
					88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,2	16,73		
										15,16
<b>09</b>		<b>Tubo, PVC, roscável, DN 3/4", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação</b>	<b>M</b>							
				9859-I	Tubo PVC roscável, 3/4", água fria predial	1,061	4,03			
				38383-I	Lixa d'água em folha, grão 100	0,123	1,31	4,44	10,77	
				88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,369	12,47			
					88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,369	16,73		
										15,21
<b>10</b>		<b>Tê 90 graus, soldável, DN 25 mm, instalado em prumada de água - fornecimento e instalação</b>	<b>UNID</b>							
				7139-I	Tê soldável, PVC, 90 graus, 25 mm, para água fria predial	1	0,85			
				88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,062	12,47	0,85	1,81	
				88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	0,062	16,73			
						2,66				

**APÊNDICE C – Planilha de Composição Própria (Método Concreto-PVC)**

CÓDIGO	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ÍNDICE	PREÇO			TOTAL
					UNITÁRIO	MATERIAL	MÃO DE OBRA	
01		<b>Módulos de PVC, incluso peças, montagem e travamento</b>	M2					
	MERCADO	Módulos de PVC	M2	1,0	170,00			
	0142 - I	Selante elástico monocomponente a base de poliuretano para juntas diversas	310ML	0,2	34,69	176,94	27,48	204,42
	88316 - C	Servente com encargos complementares	H	2	10,14			
	88309 - C	Pedreiro com encargos complementares	H	0,5	14,4			
<hr/>								
02		<b>Bucha de redução, PVC, soldável, DN 50 mm x 20 mm, instalado em ramal ou subramal de água - fornecimento e instalação</b>	UNID					
	122 - I	Adesivo Plastico para PVC, Frasco com 850 GR	UNID	0,009	45,16			
	825 - I	Bucha de redução de PVC, soldável, longa, com 50 x 20 mm, para água fria predial	UNID	1	2,85	3,77	3,47	7,24
	20083 - I	Solucao Limpadora para PVC, Frasco com 1000 cm3	UNID	0,011	39,22			
	38383 - I	Lixa D'agua em Folha, Grao 100	UNID	0,06	1,31			
	88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,119	12,47			
88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,119	16,73				
<hr/>								
03		<b>Bucha de redução, PVC, soldável, DN 50 mm x 32 mm, instalado em ramal ou subramal de água - fornecimento e instalação - Unidade</b>	UNID					
	122 - I	Adesivo Plastico para PVC, Frasco com 850 GR	UNID	0,009	45,16			
	820 - I	Bucha de redução de PVC, soldável, longa, com 50 x 32 mm, para água fria predial	UNID	1	3,8	4,72	3,47	8,19
	20083 - I	Solucao Limpadora para PVC, Frasco com 1000 cm3	UNID	0,011	39,22			
	38383 - I	Lixa D'agua em Folha, Grao 100	UNID	0,06	1,31			
	88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,119	12,47			
88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,119	16,73				



20083 - I	Solucao Limpadora para PVC, Frasco com 1000 cm3	UNID	0,008	39,22		
38383 - I	Lixa D'agua em Folha, Grao 100	UNID	0,05	1,27		
88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,15	12,47		
88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,15	16,73		
<b>08</b>	<b>Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25 mm x 1/2", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação</b>	<b>UNID</b>				
122 - I	Adesivo Plastico para PVC, Frasco com 850 GR	UNID	0,007	45,16		
20147 - I	Joelho PVC, soldável com bucha de latão, 90 graus, 25 mm x 1/2", para água fria predial	UNID	1	3,9	4,59	8,97
20083 - I	Solucao Limpadora para PVC, Frasco com 1000 cm3	UNID	0,008	39,22		
38383 - I	Lixa D'agua em Folha, Grao 100	UNID	0,05	1,27		
88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,15	12,47		
88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,15	16,73		
<b>09</b>	<b>Registro de Esfera, PVC, roscável, 1/2", fornecido e instalado em ramal de água</b>	<b>UNID</b>				
3148 - I	Fita Veda Rosca em rolos de 18 mm x 50 m (L x C)	UNID	0,013	9,22		
11670-I	Registro de esfera, PVC, com volante, VS, roscável, DN 1/2", com corpo dividido	UNID	1	9,72	9,84	15,68
88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,2	12,47		
88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,2	16,73		
<b>10</b>	<b>Registro de esfera borboleta, PVC, roscável, 1/2", fornecido e instalado em ramal de água</b>	<b>UNID</b>				
3148 - I	Fita veda rosca em rolos de 18 mm x 50 m (L x C)	UNID	0,013	9,22		
6036 - I	Registro de esfera PVC, com borboleta , com rosca externa, de 1/2"	UNID	1	7,83	7,95	13,79
88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,2	12,47		
88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,2	16,73		

<b>11</b>		<b>Registro de Gaveta Bruto, Latão, Roscável, 1" , com acabamento e canopla cromada - fornecido e instalado em ramal de água</b>	<b>UNID</b>					
	3148 - I	Fita Veda Rosca em rolos de 18 mm x 50 m (L x C)	UNID	0,013	9,22			
	6013 - I	Registro de Gaveta com acabamento e canopla cromados, simple, bitola 1"	UNID	1	65,98	66,10	7,89	73,99
	88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,23	12,47			
	88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,3	16,73			
<b>12</b>		<b>Tubo, PVC, roscável, DN 1/2" , instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação</b>	<b>M</b>					
	9856-I	Tubo PVC roscável, 1/2", água fria predial	M	1,061	3,3			
	38383-I	Lixa d'água em folha, grão 100	UM	0,123	1,31	3,66	10,77	14,44
	88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,369	12,47			
	88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,369	16,73			
<b>13</b>		<b>Tubo, PVC, soldável, DN 50 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação</b>	<b>M</b>					
	9875-I	Tubo PVC, soldável, DN 50 mm, para água fria	M	1,061	10,4			
	38383-I	Lixa d'água em folha, grão 100	UNID	0,123	1,31	11,20	10,77	21,97
	88248 - C	Auxiliar de Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,369	12,47			
	88267 - C	Encanador ou Bombeiro Hidráulico com Encargos Complementares	H	0,369	16,73			

**APÊNDICE D – Planilha Orçamentária (Método com Contêiner Marítimo)**

ITEM	SINAPI	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO		PREÇO TOTAL (R\$)
					Materials	Mão de Obra	
<b>1.0</b>		<b>Serviços Preliminares</b>					<b>28038,40</b>
	Composição Própria	Dry Box 20', incluso transporte	un	1	10500		10500,00
	Composição Própria	Dry Box 40', incluso transporte	un	1	12500		12500,00
	Composição Própria	Aberturas e Recortes de Chapas	M2	15,42	70,16	7,20	1192,95
	74064/002	Fundo Anticorrosivo à Base de Oxido de Ferro (Zarcão), uma demão	M2	221,93	3,37	6,58	2208,20
	Composição Própria	Ligação entre contêineres	M	12,12	85,11	49,98	1637,24
<b>2.0</b>		<b>Infraestrutura</b>					<b>1196,38</b>
	93358	Escavação Manual de vala com profundidade menor ou igual à 1,30 m	M3	1,87	8,27	40,94	92,02
	96535	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para sapata, em madeira serrada, e=25mm, 4 utilizações	M2	2,4	29,69	54,26	201,48
	96617	Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapata, espessura de 3 cm	M2	2,88	6,5	4,63	32,05
	96543	Armação de bloco, viga baldrame e sapata utilizando aço CA-60 de 5,0 mm - montagem	KG	6,5	5,69	4,79	68,12
	96545	Armação de bloco, viga baldrame e sapata utilizando aço CA-50 de 8,0 mm - montagem	KG	32,9	6,29	2,45	287,55
	96546	Armação de bloco, viga baldrame e sapata utilizando aço CA-50 de 10,0 mm - montagem	KG	19,5	5,35	1,8	139,43
	96558	Concretagem de sapatas, fck 30 MPa, com uso de bomba lançamento, adensamento e acabamento	M3	1,1	326,74	14,83	375,73
<b>3.0</b>		<b>Paredes e Painéis</b>					<b>9693,71</b>
	89272	Guindaste Hidráulico Autopropelido	h	2	134,33	22,14	312,94
	96371	Parede com Placas de Gesso Acartonado (Drywall), para Uso Interno, com uma Face Simples e Estrutura Metálica com Guias Simples, com Vãos	M2	95,26	41,43	6,44	4560,10
	96359	Parede com Placas de Gesso Acartonado (Drywall), para Uso Interno, com duas Faces Simples e Estrutura Metálica com Guias Simples, com Vãos	M2	22,12	62,21	9,21	1579,81
	96372	Instalação de Isolamento com Lã de Rocha em Paredes Drywall	M2	125,13	24,92	0,98	3240,87

Cobertura							2996,15
4.0	98546	Impermeabilização de Superfície com Manta Asfáltica, uma camada, inclusive aplicação de Primer Asfáltico	M2	42,14	52,99	18,11	2996,15
5.0	Instalações Hidráulicas						650,31
	89383	Adaptador curto com bolsa e rosca para registro, PVC, soldável, DN 25mm - 3/4", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	9	1,98	2,6	41,22
	Composição Própria	Bucha de redução, PVC, soldável, DN 40 mm x 25 mm, instalado em ramal ou subramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	3,57	3,47	7,04
	Composição Própria	Cruzeta PVC, soldável, DN 25 mm, instalado em prumada de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	7,29	2,41	9,70
	89364	Curva 90 graus, PVC, soldável, DN 25 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	4	3,31	3,83	28,56
	89362	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 25 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	2	1,71	3,85	11,12
	89412	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4", instalado em ramal de distribuição de água - fornecimento e instalação	UNID.	4	2,95	2,29	20,96
	89366	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	4	5,9	3,79	38,76
	Composição Própria	Joelho de redução 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25mm x 1/2" instalado em ramal e sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	2,40	4,38	6,78
	89424	Luva, PVC, soldável, DN 25 mm, instalado em ramal de distribuição de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	1,36	1,57	2,93
	89419	Luva de redução, PVC, soldável, DN 25 mm x 20 mm, instalado em ramal de distribuição de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	1,54	1,34	2,88
	90371	Registro de esfera, PVC, roscável, 3/4", fornecido e instalado em ramal de água	UNID.	1	12,54	5,05	17,59

	Composição Própria	Registro de esfera borboleta, PVC, roscável, 3/4", fornecido e instalado em ramal de água	UNID.	1	9,32	5,84	15,16
	89987	Registro de gaveta bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados - fornecido e instalado em ramal de água	UNID.	3	55,11	6,77	185,64
	Composição Própria	Tubo, PVC, roscável, DN 3/4", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	M	0,28	4,44	10,77	4,26
	89356	Tubo, PVC, soldável, DN 25mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	M	17,87	4,4	9,37	246,07
	Composição Própria	Tê 90 graus, soldável, DN 25 mm, instalado em prumada de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	0,85	1,81	2,66
	89382	União, PVC, soldável, DN 25 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	6,44	2,54	8,98
<b>6.0</b>		<b>Instalações SPDA</b>					<b>976,66</b>
	96986	Haste de Aterramento 3/4 para SPDA - Fornecimento e Instalação	UNID.	4	50,37	9,99	241,44
	72254	Cabo de Cobre Nu 50mm2 - Fornecimento e Instalação	M	20,12	27,01	7,85	701,38
	98111	Caixa de Inspeção para Aterramento, Circular, em Polietileno, Diâmetro Interno de 0,3 m	UNID.	2	11,75	5,17	33,84
<b>7.0</b>		<b>Pintura</b>					<b>4321,83</b>
	75889	Pintura para Telhas de Alumínio com Tinta Esmalte Automotiva	M2	88,34	8	7,56	1374,57
	88497	Aplicação e Lixamento de Massa Látex em Paredes, duas demãos	M2	139,50	2,98	5,86	1233,18
	88487	Aplicação Manual de Pintura com Tinta Látex PVA em Paredes, duas demãos	M2	139,50	6,2	2,41	1201,10
	6082	Pintura em Verniz Sintético Brilhante em Madeira, três demãos	M2	39,43	3,93	9,08	512,98
<b>8.0</b>		<b>Forro</b>					<b>1839,02</b>
	96110	Forro em Drywall, para Ambientes Residenciais, inclusive Estrutura de Fixação	M2	39,43	36,37	10,27	1839,02
						<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>49712,46</b>

## APÊNDICE E – Planilha Orçamentária (Método Concreto-PVC)

ITEM	SINAPI	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO		PREÇO TOTAL
					Materials	Mão de Obra	
<b>1.0</b>		<b>Infraestrutura</b>					<b>7087,36</b>
	93358	Escavação Manual de vala com profundidade menor ou igual a 1,30 m	M3	7,22	8,27	40,94	355,30
	96535	Fabricação, montagem e desmontagem de forma para sapata, em madeira serrada, e=25mm, 4 utilizações	M2	7,79	29,69	54,26	653,97
	96617	Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapata, espessura de 3 cm	M2	18,9	6,5	4,63	210,36
	96543	Armação de bloco, viga baldrame e sapata utilizando aço CA-60 de 5,0 mm - montagem	KG	94,5	5,69	4,79	990,36
	96545	Armação de bloco, viga baldrame e sapata utilizando aço CA-50 de 8,0 mm - montagem	KG	292,3	6,29	2,45	2554,70
	96558	Concretagem de sapatas, fck 30 MPa, com uso de bomba lançamento, adensamento e acabamento	M3	6,8	326,74	14,83	2322,68
<b>2.0</b>		<b>Paredes e Painéis</b>					<b>34524,87</b>
	Composição Própria	Módulos de PVC, incluso peças, montagem e travamento	M2	131,72	176,94	27,48	26925,94
	Mercado	Transporte dos módulos	UNID.	1	3566,67		3566,67
	91603	Armação do Sistema de Paredes de Concreto, Executada como Reforço, Vergalhão de 10,0 mm de diâmetro	KG	157,03	5,03	0,83	920,21
	73301	Escoramento fôrmas até H=3,30 m, com madeira de 3A qualidade, não aparelhada, aproveitamento tábuas 3x e prumos 4x	M3	2,48	4,46	4,3	21,72
	90862	Concretagem de edificações (paredes e lajes) feitas com sistema de fôrmas manuseáveis com concreto usinado autoadensável, fck 20 MPa, lançado com bomba lança - lançamento e acabamento	M3	10,54	281,96	11,24	3090,33
<b>3.0</b>		<b>Cobertura</b>					<b>4291,68</b>
	92539	Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados até duas águas, para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical	M2	63,01	27,28	10,98	2410,76
	94201	Telhamento com telha cerâmica capa-canal, tipo colonial, com até 2 águas, incluso transporte vertical	M2	63,01	20,56	7,42	1763,02
	94224	Emboçamento com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia)	M	7,06	3,93	12,77	117,90

4.0		Instalações Hidráulicas					939,28
89376	Adaptador Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC, Soldável, DN 20mm x 1/2", instalado em Ramal ou Sub-Ramal de Água - Fornecimento e Instalação	UNID.	12	1,7	2,23	47,16	
89383	Adaptador Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC, Soldável, DN 25mm x 3/4", instalado em Ramal ou Sub-Ramal de Água - Fornecimento e Instalação	UNID.	1	1,98	2,6	4,58	
89391	Adaptador Curto com Bolsa e Rosca para Registro, PVC, Soldável, DN 32mm x 1", instalado em Ramal ou Sub-Ramal de Água - Fornecimento e Instalação	UNID.	2	3,27	3,05	12,64	
95141	Adaptador com Flanges Livres, PVC, Soldável Longo, DN 25 mm X 3/4" , instalado em Reservação de Água de Edificação que possui Reservatório de Fibra/Fibrocimento - Fornecimento e Instalação	UNID.	1	22	5,79	27,79	
Composição Própria	Bucha de redução, PVC, soldável, DN 50 mm x 20 mm, instalado em ramal ou subramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	3,77	3,47	7,24	
Composição Própria	Bucha de redução, PVC, soldável, DN 50 mm x 32 mm, instalado em ramal ou subramal de água - fornecimento e instalação - Unidade	UNID.	1	4,72	3,47	8,19	
Composição Própria	Cruzeta PVC, soldável, DN 50 mm, instalado em prumada de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	20,42	2,41	22,83	
Composição Própria	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 20 mm x 1/2", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	4	1,78	2,63	17,63	
89358	Joelho 90 graus, PVC, soldável, DN 20 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	2	1,3	3,34	9,28	
Composição Própria	Joelho de redução 90 graus, PVC, soldável, DN 25 mm x 20 mm, instalado em ramal de distribuição de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	2,20	2,63	4,83	
Composição Própria	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 20 mm x 1/2", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	2	4,49	4,38	17,75	
Composição Própria	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25 mm x 1/2", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	4,59	4,38	8,97	
89366	Joelho 90 graus com bucha de latão, PVC, soldável, DN 25 mm x 3/4", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	3	5,9	3,79	29,07	
89417	Luva, PVC, soldável, DN 20 mm, instalado em ramal de distribuição de água - fornecimento e instalação	UNID.	2	1,15	1,36	5,02	
89380	Luva de redução, PVC, soldável, DN 32 mm x 25 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	UNID.	1	3,08	2,57	5,65	

	Composição Própria	Registro de esfera, PVC, roscável, 1/2", fornecido e instalado em ramal de água	UNID.	1	9,84	5,84	15,68
	Composição Própria	Registro de esfera borboleta, PVC, roscável, 1/2", fornecido e instalado em ramal de água	UNID.	1	7,95	5,84	13,79
	Composição Própria	Registro de Gaveta Bruto, Latão, Roscável, 1", com acabamento e canopla cromada - fornecido e instalado em ramal de água	UNID.	1	66,10	7,89	73,99
	89986	Registro de Gaveta Bruto, Latão, Roscável, 1/2", com acabamento e canopla cromada - fornecido e instalado em ramal de água	UNID.	5	48,99	6,77	278,8
	Composição Própria	Tubo, PVC, roscável, DN 1/2", instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	M	0,28	3,66	10,77	4,04
	89355	Tubo, PVC, Soldável, DN 20 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	M	15,87	3,46	8,11	183,62
	89356	Tubo, PVC, Soldável, DN 25 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	M	6,42	4,4	9,37	88,40
	89357	Tubo, PVC, Soldável, DN 32 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	M	0,76	8,02	11,11	14,54
	Composição Própria	Tubo, PVC, soldável, DN 50 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação	M	1,72	11,20	10,77	37,79
<b>5.0</b>		<b>Forro</b>					<b>1890,32</b>
	96110	Forro em Drywall, para Ambientes Residenciais, inclusive Estrutura de Fixação	M2	40,53	36,37	10,27	1890,32
<b>6.0</b>		<b>Piso</b>					<b>2331,39</b>
	87620	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 L, aplicado em áreas secas sobre lajes, aderido, espessura 2 cm	M2	37,75	13,8	7,61	808,23
	87735	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 L, aplicado em áreas molhadas sobre lajes, aderido, espessura 2 cm	M2	2,78	14,69	13,61	78,67
	87248	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área maior que 10 m2	M2	40,53	29,72	5,92	1444,49
		<b>TOTAL (R\$)</b>					<b>51064,90</b>