

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA,  
INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Alisson Gotardo Serraglio

ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DA CASA-  
*CONTAINER* E DA HABITAÇÃO CONVENCIONAL  
UTILIZADAS EM MORADIAS DE INTERESSE SOCIAL

Passo Fundo

2019

Alisson Gotardo Serraglio

ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DA CASA-  
*CONTAINER* E DA HABITAÇÃO CONVENCIONAL  
UTILIZADAS EM MORADIAS DE INTERESSE SOCIAL

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, sob a orientação do Professor Adalberto Pandolfo.

Passo Fundo

2019

Alisson Gotardo Serraglio

ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DA CASA-  
*CONTAINER* E DA HABITAÇÃO CONVENCIONAL  
UTILIZADAS EM MORADIAS DE INTERESSE SOCIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, sob a orientação do Professor Adalberto Pandolfo.

Membros componentes da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Adalberto Pandolfo  
Universidade de Passo Fundo – UPF

Prof. Dr. Elvis Carissimi  
Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Francisco Dalla Rosa  
Universidade de Passo Fundo – UPF

Prof. Dr. Juan Mascaró  
Universidade de Passo Fundo – UPF

Passo Fundo

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, por tudo que já me proporcionou na vida.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões, me incentivaram a estudar desde sempre, apoiando-me incondicionalmente em toda minha vida acadêmica, graduação, especialização e mestrado, sempre acreditaram em mim, estando ao meu lado em todos os momentos. O que eu sou hoje, devo a vocês. Sempre, todas as minhas vitórias e conquistas serão dedicadas a vocês.

Aos colegas de mestrado, por toda a ajuda oferecida, pelas conversas e ideias trocadas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial ao colega Cristian Marques, por todo o auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amigos Tiago, Lucas e Bruno, que, mesmo não participando diretamente, estiveram do meu lado, dando-me apoio e expressando companheirismo para que eu desenvolvesse este trabalho.

Ao meu orientador, professor Adalberto Pandolfo, por me auxiliar durante todos os momentos, sempre me conduzindo a seguir o melhor caminho para este trabalho, por me ensinar e, principalmente, pelo incentivo, pelo apoio e pela confiança.

A todos os professores do Programa, por todo conhecimento repassado, em especial aos professores Francisco Dalla Rosa e Rosa Locateli Kalil, participantes das bancas examinadoras, por contribuírem ao longo de todo o desenvolvimento da pesquisa.

À Universidade de Passo Fundo e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, pela infraestrutura disponibilizada.

Fica aqui o meu profundo agradecimento a todos que de alguma forma fizeram parte desta conquista.

## RESUMO

Esta pesquisa tem por objeto a análise do custo do ciclo de vida da habitação convencional e da *casa-container* construída a partir da transformação de *containers* marítimos em moradias de interesse social. Foram desenvolvidos os projetos-piloto necessários para a construção de uma *casa-container*, bem como de uma casa convencional, ambos com as mesmas medidas de área. Com base nesses projetos, compara-se o conforto ao usuário a partir de simulações em *software* de conforto e a viabilidade econômica por meio de planilhas de análise econômica para a construção de uma *casa-container* frente a uma casa convencional. Para a análise da viabilidade, realiza-se levantamento dos custos com manutenções no ciclo de vida de ambos os projetos. Com os resultados gerados, é possível verificar que a *casa-container*, conforme projetada na pesquisa, possui um menor valor de produção comparada com o sistema convencional. Na análise do custo do ciclo de vida de 50 anos, são analisadas três situações de tempo em relação à durabilidade do material empregado na construção de ambos os sistemas. Ao ser analisado com um prazo de durabilidade conservador, a casa convencional é mais vantajosa economicamente na soma dos custos de construção e manutenção. Ao aumentar o tempo de durabilidade do material empregado o cenário se altera, sendo a *casa-container* a mais atrativa economicamente.

**Palavras-chave:** Análise do ciclo de vida. Análise de viabilidade econômica. *Casa-container*. Moradias de interesse social.

## ABSTRACT

This research aims to analyze the cost of the life cycle of conventional housing and the *container* house, built from the transformation of marine *containers* into social housing. In this way, the necessary pilot projects were developed for the construction of a *container* house, as well as a conventional house, both with the same area measurements. Based on these projects, user comfort was compared from simulations in comfort software and economic viability through economical analysis worksheets for the construction of a *container* house in front of a conventional house. For the feasibility analysis, the costs of maintenance on the life cycle of both projects were surveyed. With the results generated, it was possible to verify that the *container* house, as projected in the research, has a lower production value compared to the conventional system. In the analysis of the cost of the life cycle of 50 years were analyzed three time situations in relation to the durability of the material used in the construction of both systems. When analyzed with a conservative shelf life, the conventional house is more economically advantageous in the sum of construction and maintenance costs. By increasing the shelf life of the material used the scenario changes, being the *container* house the most attractive economically.

**Keywords:** Life cycle analysis. Economic feasibility analysis. *Container* house. Houses of social interest.

## LISTA DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 1: Classificação do déficit habitacional por região.....                              | 19  |
| Quadro 2: Porcentagem da perda de materiais na construção civil.....                         | 26  |
| Quadro 3: Vantagens e desvantagens da construção em <i>containers</i> .....                  | 29  |
| Quadro 4: Escopo das seis etapas de aplicação da NBR 15.575 .....                            | 41  |
| Quadro 5: Etapas anteriores à aplicação método.....  | 44  |
| Quadro 6: Projeto elétrico com <i>containers</i> 40 pés. ....                                | 61  |
| Quadro 7: Projeto hidráulico com <i>containers</i> 40 pés .....                              | 62  |
| Quadro 8: Projeto elétrico com <i>containers</i> 40 pés. ....                                | 67  |
| Quadro 9: Projeto hidráulico casa convencional .....   | 69  |
| Quadro 10: Normais Climatológicas de Passo Fundo. ....                                       | 71  |
| Quadro 11: Detalhamento das estratégias de condicionamento térmico.....                      | 72  |
| Quadro 12: Performance térmica dos Isolantes térmicos.....                                   | 73  |
| Quadro 13: Comparação resultado software Domus com NBR15575.....                             | 79  |
| Quadro 14: Materiais para construção casa contêiner .....                                    | 94  |
| Quadro 15: Materiais para construção casa alvenaria .....                                    | 97  |
| Quadro 16: Tempo durabilidade material – Casa- <i>container</i> .....                        | 100 |
| Quadro 17: Número de aplicações, valor material e mão de obra – Casa- <i>container</i> ..... | 102 |
| Quadro 18: Valor material e mão de obra por período – casa- <i>container</i> .....           | 102 |
| Quadro 19: Valor material e mão de obra – Casa- <i>container</i> .....                       | 104 |
| Quadro 20: Tempo durabilidade material – casa-convencional .....                             | 106 |
| Quadro 21: Número de aplicações, valor material e mão de obra – casa-convencional .....      | 107 |
| Quadro 22: Valor material e mão de obra por período – casa convencional.....                 | 108 |
| Quadro 23: Valor manutenção material e mão de obra– Casa Convencional .....                  | 109 |
| Quadro 24: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 42– casa convencional .....        | 110 |
| Quadro 25: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 42 – casa- <i>container</i> .....  | 111 |
| Quadro 26: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 50 – casa convencional .....       | 111 |
| Quadro 27: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 50– casa- <i>container</i> .....   | 111 |
| Quadro 28: Ciclo de vida tempo padrão da casa convencional.....                              | 112 |
| Quadro 29: Ciclo de vida tempo padrão da casa- <i>container</i> .....                        | 113 |
| Quadro 30: Ciclo de vida tempo intermediário da casa convencional .....                      | 113 |
| Quadro 31: Ciclo de vida tempo intermediário da casa- <i>container</i> .....                 | 114 |
| Quadro 32: Ciclo de vida tempo máximo da casa convencional.....                              | 114 |
| Quadro 33: Ciclo de vida tempo máximo da casa- <i>container</i> .....                        | 115 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Déficit habitacional de 2007 a 2014 em milhões de domicílios. ....          | 19 |
| Figura 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....                               | 21 |
| Figura 3: Objetivo 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis .....                        | 22 |
| Figura 4: Alguns impactos do Setor da Construção Civil .....                          | 25 |
| Figura 5: Esquema de reciclagem e reuso. ....   | 26 |
| Figura 6: Travelodge Hotel.....   | 33 |
| Figura 7: Green Frame House. ....   | 33 |
| Figura 8: New Jerusalem Children’s Home. ....   | 34 |
| Figura 9: QUO Container Center. ....  | 35 |
| Figura 10: <i>Container Art</i> São Paulo. ....                                       | 36 |
| Figura 11: Restaurante Madero. ....   | 37 |
| Figura 12: Etapas para Aplicação Prática do LCCA na Gestão de Ativos.....             | 44 |
| Figura 13: Medidas padrão <i>containers</i> 20 e 40HC.....                            | 47 |
| Figura 14: Procedimento metodológico .....  | 48 |
| Figura 15: Dimensões internas e externas <i>containers</i> 20 pés.....                | 55 |
| Figura 16: Dimensões internas e externas <i>containers</i> 40 pés.....                | 55 |
| Figura 17: Projeto com <i>containers</i> 40 pés. ....                                 | 56 |
| Figura 18: Projeto com <i>containers</i> 40 pés. ....                                 | 57 |
| Figura 19: Projeto com <i>containers</i> 20 pés. ....                                 | 57 |
| Figura 20: Projeto com <i>containers</i> 20 pés. ....                                 | 58 |
| Figura 21: Projeto arquitetônico .....  | 59 |
| Figura 22: Projeto arquitetônico em 3D .....  | 59 |
| Figura 23: Projeto arquitetônico em 3D .....  | 59 |
| Figura 24: Projeto arquitetônico em 3D .....  | 60 |
| Figura 25: Projeto arquitetônico em 3D .....  | 60 |
| Figura 26: Projeto arquitetônico em 3D .....  | 60 |
| Figura 27: Projeto elétrico com <i>containers</i> 40 pés. ....                        | 61 |
| Figura 28: Projeto rede de distribuição água fria no <i>container</i> de 40 pés. .... | 62 |
| Figura 29: Detalhamento tubulação esgoto banheiro .....                               | 63 |
| Figura 30: Detalhamento tubulação esgoto banheiro e lavatório .....                   | 63 |
| Figura 31: Projeto esgoto no <i>container</i> de 40 pés. ....                         | 64 |
| Figura 32: Projeto arquitetônico .....  | 65 |
| Figura 33: Projeto arquitetônico em 3D .....  | 65 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 34: Projeto arquitetônico em 3D .....   | 66  |
| Figura 35: Projeto arquitetônico em 3D .....   | 66  |
| Figura 36: Projeto arquitetônico em 3D .....   | 66  |
| Figura 37: Projeto elétrico casa convencional .....  | 68  |
| Figura 38: Projeto rede de distribuição água fria na casa convencional. ....                       | 69  |
| Figura 39: Projeto esgoto na casa convencional.....  | 70  |
| Figura 40: Zoneamento Bioclimático Brasileiro .....  | 71  |
| Figura 41: Desempenho térmico da lã de vidro.....  | 74  |
| Figura 42: Projeto Padrão com <i>containers</i> 40 pés.....  | 75  |
| Figura 43: Modelagem da habitação no software Domus. ....  | 76  |
| Figura 44: Composição de equipamentos no software Domus. ....                                      | 77  |
| Figura 45: Composição de elementos construtivos no software Domus.....                             | 78  |
| Figura 46: Temperaturas e umidades. ....   | 80  |
| Figura 47: Temperatura e umidade para inverno.....   | 80  |
| Figura 48: Conforto térmico - ambientes verão.....   | 81  |
| Figura 49: Conforto térmico - ambientes inverno. ....  | 81  |
| Figura 50: Composição de elementos construtivos no software Domus.....                             | 83  |
| Figura 51: Temperaturas e umidades da casa de alvenaria. ....                                      | 84  |
| Figura 52: Temperatura e umidade para inverno para casa de alvenaria. ....                         | 84  |
| Figura 53: Conforto térmico - ambientes verão.....   | 85  |
| Figura 54: Conforto térmico - ambientes inverno. ....  | 85  |
| Figura 55: Temperaturas e umidades da casa de alvenaria. ....                                      | 86  |
| Figura 56: Temperatura e umidade para inverno para casa de alvenaria. ....                         | 87  |
| Figura 57: Conforto térmico - ambientes verão.....   | 87  |
| Figura 58: Conforto térmico - ambientes inverno. ....  | 88  |
| Figura 59: <i>Container</i> no terminal portuário sendo carregado no caminhão para transporte .... | 91  |
| Figura 60: <i>Container</i> travado para ser transportado em caminhão truck. ....                  | 91  |
| Figura 61: Container sendo transportado. ....  | 91  |
| Figura 62: <i>Container</i> entregue no destino. ....  | 91  |
| Figura 63: Isolamento com lã de vidro .....  | 93  |
| Figura 64: Isolamento e revestimento em Gesso.....   | 93  |
| Figura 65: Materiais que compõem a estrutura casa- <i>container</i> .....                          | 100 |
| Figura 66: Materiais compõem estrutura casa- <i>container</i> .....                                | 105 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                |   |
|----------------|---|
| ABNT           | Associação Brasileira de Normas Técnicas  |
| COFINS         | Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social  |
| FJP            | Fundação João Pinheiro  |
| HC             | <i>High Cube</i>  |
| ICMS           | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços  |
| IPI            | Imposto sobre Produtos Industrializados   |
| IPTU           | Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana  |
| ISO            | <i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para Padronização) |
| m <sup>2</sup> | metro quadrado  |
| min            | minuto  |
| mm             | milímetro   |
| n.             | número  |
| NBR            | Norma brasileira  |
| PET            | polietileno tereftalato   |
| R\$            | reais   |
| RCC            | resíduos de construção civil  |
| RCD            | resíduos de construção civil  |
| SAS            | sistema de aquecimento solar  |
| TIR            | taxa interna de retorno   |
| VPL            | valor presente líquido  |

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>13</b> |
| 1.1      | PROBLEMA DE PESQUISA.....  | 13        |
| 1.2      | JUSTIFICATIVA.....   | 14        |
| 1.3      | OBJETIVOS .....  | 15        |
| 1.3.1    | Objetivo geral.....  | 15        |
| 1.3.2    | Objetivos específicos.....   | 15        |
| 1.4      | ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....  | 16        |
| <br>     |  |           |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>   | <b>17</b> |
| 2.1      | DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO.....   | 17        |
| 2.2      | OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS) .....   | 20        |
| 2.3      | HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL.....  | 22        |
| 2.4      | ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....  | 24        |
| 2.5      | HABITAÇÕES SUSTENTÁVEIS .....  | 27        |
| 2.6      | O REÚSO DE <i>CONTAINERS</i> MARÍTIMOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....   | 28        |
| 2.7      | ESTUDO DE CASO UTILIZAÇÃO DE <i>CONTAINERS</i> PARA HABITAÇÃO .....  | 31        |
| 2.7.1    | Inglaterra, Travelodge Hotel .....   | 32        |
| 2.7.2    | Itália, Green Frame House .....  | 33        |
| 2.7.3    | África do Sul, New Jerusalem Children’s Home .....   | 34        |
| 2.7.4    | Argentina, QUO Container Center .....  | 34        |
| 2.7.5    | Brasil, Container Art São Paulo .....  | 35        |
| 2.7.6    | Brasil, Restaurante Madero - Passo Fundo-RS .....  | 36        |
| 2.8      | DESEMPENHO E CONFORTO DA CASA- <i>CONTAINER</i> .....  | 37        |
| 2.9      | NORMA DE DESEMPENHO NBR 15.575 .....   | 40        |
| 2.10     | AValiação DO CUSTO DO CICLO DE VIDA .....  | 42        |
| 2.11     | METODOLOGIA DA ANÁLISE DO CUSTO DE CICLO DE VIDA .....   | 43        |
| <br>     |  |           |
| <b>3</b> | <b>MÉTODO DE PESQUISA .....</b>  | <b>46</b> |
| 3.1      | CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....  | 46        |
| 3.2      | CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....  | 46        |
| 3.3      | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO .....  | 47        |
| 3.3.1    | Desenvolvimento dos projetos de habitação de interesse social utilizando containers marítimos modificados e uma habitação convencional utilizando o método tradicional de produção ..... | 48        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.3.2    | Avaliação quanto a utilização de containers em moradias de interesse social com relação ao atendimento às normas de desempenho para a habitabilidade através de softwares de conforto. ....            | 50        |
| 3.3.3    | Determinação do preço de venda da casa-container e da habitação convencional para se conhecer a estimativa de aquisição pelos usuários destas moradias.....  | 51        |
| 3.3.4    | Análise do custo no ciclo de vida de habitações em containers marítimos modificados e de casas convencionais para saber qual moradia possui menor custo ao final do ciclo de vida .....                | 52        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS .....</b>  | <b>54</b> |
| 4.1      | DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL UTILIZANDO <i>CONTAINERS</i> MARÍTIMOS MODIFICADOS E UMA HABITAÇÃO CONVENCIONAL PADRÃO UTILIZANDO O MÉTODO TRADICIONAL DE PRODUÇÃO.....  | 54        |
| 4.1.1    | Casas containers .....   | 54        |
| 4.1.2    | Projetos para a construção de uma casa popular convencional .....  | 64        |
| 4.2      | AVALIAÇÃO DO USO DE CONTAINERS EM RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL EM ATENÇÃO ÀS NORMAS DE CONFORTO PARA A HABITABILIDADE.....  | 70        |
| 4.2.1    | Dados climáticos da cidade de Passo Fundo/RS .....   | 70        |
| 4.2.2    | Estratégias de condicionamento térmico em edificações para a cidade de Passo Fundo/RS .....  | 72        |
| 4.2.3    | Desempenho térmico/acústico .....  | 72        |
| 4.2.4    | Desempenho Lumínico e Ventilação .....   | 74        |
| 4.2.5    | Análise em software de uma habitação em <i>container</i> .....   | 75        |
| 4.2.6    | Análise no software Domus de uma casa de alvenaria no formato de habitação em <i>container</i> . .....   | 82        |
| 4.2.7    | Análise em software de uma casa de alvenaria em formato de habitação popular.....  | 86        |
| 4.2.8    | Comparação de resultados entre a casa- <i>container</i> e a casa de alvenaria.....   | 88        |
| 4.3      | DETERMINAÇÃO DO PREÇO DE VENDA DA CASA- <i>CONTAINER</i> E DA HABITAÇÃO CONVENCIONAL PARA SE CONHECER A ESTIMATIVA DO CUSTO DE AQUISIÇÃO PELOS USUÁRIOS DESTAS MORADIAS.....                           | 90        |
| 4.3.1    | Orçamento para a construção de uma casa em <i>container</i> .....  | 90        |
| 4.3.2    | Orçamento para a construção de uma casa convencional .....   | 96        |
| 4.4      | ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DA CASA- <i>CONTAINER</i> E DA HABITAÇÃO CONVENCIONAL PARA SABER QUAL MORADIA POSSUI O MENOR CUSTO AO FINAL DO CICLO DE VIDA DE 50 ANOS .....                        | 99        |
| 4.4.1    | Casa- <i>container</i> – Materiais que compõem superfície interna e externa .....  | 99        |
| 4.4.2    | Casa convencional - Materiais que compõem a superfície interna e externa .....   | 104       |
| 4.4.3    | Gastos com aquisição e manutenção de ambos os sistemas construtivos – custo produção e manutenção .....  | 110       |
| 4.5      | COMPARATIVO CICLO DE VIDA DE 50 ANOS EM TEMPO DE MANUTENÇÃO PADRÃO, TEMPO INTERMEDIÁRIO E TEMPO MÁXIMO PARA MANUTENÇÃO DE MATERIAL E MÃO DE OBRA DE CASAS- <i>CONTAINER</i> E CASAS CONVENCIONAIS..... | 112       |

|   |            |
|---|------------|
| 4.5.1 Ciclo de vida tempo padrão .....        | 112        |
| 4.5.2 Ciclo de vida tempo intermediário ..... | 113        |
| 4.5.3 Ciclo de vida tempo máximo .....        | 114        |
| <b>5 CONCLUSÕES .....</b>                     | <b>116</b> |
| 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....     | 117        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                       | <b>118</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de um sistema construtivo com *containers* marítimos é uma nova forma de pensar a habitação na construção civil, diferenciando-a da convencional, que, atualmente, é a predominante no Brasil e no mundo inteiro. Em razão de algumas iniciativas atuais, que visam ao aproveitamento sustentável desse material, é importante que sejam realizados estudos que avaliem os benefícios que o novo sistema construtivo pode oferecer, como tempo de execução da obra, custo final da edificação, redução na geração de resíduos de materiais de construção civil e conforto que proporcionam aos usuários.

As casas-*container* assumem um papel prático na vida dos indivíduos, devido a alguns fatores, como mobilidade, preço e modernidade. Esse novo tipo de arquitetura deixa a tradicional forma de estabelecer uma habitação para se transformar numa habitação moderna e prática (BORGES, 2012).

Nesse contexto, esta pesquisa analisa a viabilidade econômica na produção e no ciclo de vida de habitações populares a partir da utilização de *containers* marítimos, visando a criar habitações de baixo custo, a fim de suprir o déficit habitacional presente no Brasil. Este capítulo apresenta o problema de pesquisa, a justificativa, o objetivo geral e os objetivos específicos.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Os *containers* são recipientes utilizados para transporte de cargas marítimas por um ciclo máximo de 20 anos. Após esse período, encerra-se sua vida útil e muitos deles são desativados e esquecidos nos portos, sendo considerados abandonados quando ficam mais de 90 dias sem serem reclamados pelo dono.

O processo de fabricação dos insumos (areia, cimento, aço, madeira, dentre outros) utilizados na construção civil convencional, gera gases poluentes, promove a redução de recursos naturais, bem como produz resíduos. Contudo, uma edificação construída fazendo uso de *containers* reduz a utilização desses insumos se comparado à construção civil tradicional, além de reciclar esses recipientes que estão abandonados em portos.

Com relação ao tipo de *container* utilizado para construção de casas, é preciso observar sua procedência, uma vez que eles também são utilizados no transporte de cargas perigosas, e, em razão disso, podem conter materiais nocivos à saúde em sua superfície, impossibilitando, assim, a habitação.

A utilização de *containers* na construção de uma casa requer tratamentos térmico e acústico, com materiais isolantes, uma vez que a estrutura do *container* possui superfícies relativamente finas ou pouco espessas. Essa característica pode ser um problema no que diz respeito ao conforto do usuário, caso não haja tratamento adequado, tendo em vista o desempenho térmico do material pode variar, dependendo do clima da localidade (ISLAM et al., 2016).

O déficit habitacional no Brasil no ano de 2017 encontrava-se entre 5,5 milhões a 6 milhões de moradias. Isso pode ser revertido com a estabilidade de programas sociais como o Minha Casa Minha Vida, que apresenta números decrescentes de moradias construídas nos últimos anos. Isso faz com que sejam buscadas novas alternativas construtivas de moradias de interesse social (MAXIMO, 2017).

Com base na problemática apresentada, essas análises fazem com que surja a seguinte questão de pesquisa: qual é o custo do ciclo de vida da casa-*container* e da habitação convencional utilizadas em moradias de interesse social?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A utilização de práticas construtivas para reutilizar *containers* marítimos na produção de edificações na construção civil promove a reciclagem desses materiais, uma vez que já não são mais úteis no transporte de cargas e estão abandonados, ocupando espaço em depósitos de portos. Sua reutilização pode fazer com que esses recipientes tenham um novo ciclo de vida, agora como moradias.

Nesse sentido, busca-se investigar se a reutilização desses *containers* torna-se viável na construção civil, tendo por base uma série de fatores, como, por exemplo, o fato de o material com que os *containers* são fabricados possuir alta resistência, já que cumpre todas as especificações para o transporte internacional de cargas. Isso faz com que possam ser utilizados como estrutura principal na construção de uma edificação. Outro fator importante a se levar em consideração é o baixo custo de aquisição, tendo em vista que os *containers* estão sem utilização e ocupando espaços, abandonados em depósitos nos portos. Logo, a adequação das estruturas na modificação para moradias é outra vantagem da utilização desse material para a construção civil (ISLAM et al., 2016).

O *container* possui a estrutura pronta, mas requer certas modificações no que se refere a tratamentos térmico, acústico e de conforto para que possa tornar-se apto a ser habitado. A proporção de modificações necessárias em um *container*, quando comparada à construção de

uma casa convencional, faz com que se tenha uma economia de materiais, utilizando menos insumos. Com isso, reduz-se a geração de resíduos de construção civil (RCD). Assim, a utilização de *containers* marítimos na construção civil é uma aplicação que visa à economia de materiais. Segundo Carvalho et al. (2017), a diminuição no consumo de insumos na produção de edificações, cujo sistema construtivo proporciona essa redução, torna-se um processo de construção com uma menor quantidade de resíduos, ou seja, promove uma construção mais limpa.

Dessa forma, o desenvolvimento do trabalho se realizará na linha de pesquisa de Planejamento Territorial e Gestão da Infraestrutura, com destaque no planejamento habitacional voltado para pessoas com baixa renda.

Com esta pesquisa, será possível verificar o custo de uma edificação ao longo de sua vida útil, e qual o sistema construtivo possui o valor agregado mais baixo, permitindo, assim, que se possa verificar qual sistema possui um valor de construção e de manutenção mais atrativa e fazendo com que esse produto possa estar disponível a um público mais abrangente e de diferentes faixas sociais, atendendo inclusive à população mais carente.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa é gerar um conjunto de informações para determinar o custo do ciclo de vida da casa-*container* e da habitação convencional utilizadas em moradias de interesse social, para verificar qual sistema construtivo é mais vantajoso sob o ponto de vista econômico ao longo do ciclo de vida.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

1. Desenvolver os projetos de habitação de interesse social, utilizando *containers* marítimos modificados e uma habitação convencional, utilizando o método tradicional de produção, para que seja possível realizar a análise do custo do ciclo de vida dessas habitações;
2. Verificar o atendimento às normas de desempenho para a habitabilidade de *containers* em moradias, a fim de avaliar a utilização em moradias de interesse social;

3. Determinar o preço de venda da casa-*container* e da habitação convencional, para se conhecer a estimativa do custo de aquisição pelos usuários dessas moradias;
4. Analisar o custo no ciclo de vida da casa-*container* e da habitação convencional, para saber qual moradia possui menor custo ao final do ciclo de vida.

#### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Além do presente capítulo, no qual se apresentam o problema de pesquisa, a justificativa e os objetivos, esta dissertação é composta por mais quatro capítulos.

O capítulo 2 apresenta a revisão da literatura, abordando projetos de habitações utilizando *containers* marítimos, adequação dos projetos à norma de desempenho e a análise do custo no ciclo de vida de habitações.

O capítulo 3 classifica a pesquisa e descreve o procedimento metodológico utilizado, detalhando as atividades realizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

O capítulo 4 apresenta, analisa e discute os resultados.

O capítulo 5, por fim, apresenta as conclusões da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros, elaboradas a partir dos resultados obtidos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, são apresentados os assuntos que conduzem a presente pesquisa. Inicialmente, é apresentado o déficit habitacional brasileiro, seguido pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável com foco no objetivo 11, cidades e comunidades sustentáveis. Em seguida, são abordados os aspectos sociais, ambientais e econômicos na construção civil, bem como problemas na geração de resíduos produzidos pelo método tradicional de construção. Como alternativa, é apresentada a possibilidade de se utilizar *containers* marítimos na construção civil e as modificações necessárias para que esse uso seja possível, visando ao desempenho e ao conforto dessas habitações. São apresentados também o custo do ciclo de vida de habitações e alguns exemplos de construções ao redor do mundo projetadas exclusivamente com o uso de *containers*.

### 2.1 DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO

De acordo com o IBGE (2000), domicílio é o local ou o recinto estruturalmente independente que serve de moradia às famílias, formado por um conjunto de cômodos ou, muitas vezes, por um único cômodo, com entrada independente, dando para logradouro, terreno de uso público ou para local de uso comum a mais de um domicílio. Considera-se também como domicílio o local que, embora não atendendo àquelas características, sirva de moradia na data do censo a pessoas ou a uma só pessoa, tais como prédios em construção, embarcação, veículos, barracas, tendas, grutas, pontes, galerias, banco de praça, pátio de estação, marquise de edifício etc.

Segundo a caracterização dos grupos de pessoas que os habitam, os domicílios podem ser particulares ou coletivos. Já com relação à natureza, os domicílios podem ser classificados em permanentes ou improvisados (IBGE, 2000). Além disso, de acordo com a Fundação João Pinheiro (2018), o déficit habitacional trata das deficiências no estoque de moradias e não necessariamente a realidade das pessoas em situação de rua. Também, segundo a fundação, essa conta engloba as moradias sem condições de serem habitadas em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura física e que, por isso, devem ser repostas.

No ano 2000, a população urbana superou a população rural ao atingir 6,2 bilhões de habitantes (EDWARDS, 2008), e, como consequência desse deslocamento da população para as zonas urbanas, surge também uma grande pressão no meio ambiente, pois, quanto mais a população se urbaniza, maior o consumo, o desperdício e a poluição. Estima-se que, em 2050,

esse impacto seja quatro vezes maior do que no ano de 2000, considerando-se um crescimento econômico anual de 2% e uma população mundial de 10 bilhões de pessoas (EDWARDS, 2008).

De acordo com projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), até o ano de 2030, serão necessárias cerca de 877 milhões de novas habitações, assim como também serão necessárias novas cidades. Para Agopyan, John e Goldemberg (2011), serão necessárias inovações tecnológicas, pesquisas e o uso equilibrado dos recursos, para que se consiga atender à demanda criada por um maior ambiente construído.

No Brasil, a Fundação João Pinheiro (2018), de Belo Horizonte, tem utilizado uma metodologia de cálculo do déficit habitacional no Brasil que tem como componente central o conceito de coabitação familiar. O déficit habitacional é calculado com a soma de quatro componentes: (a) domicílios precários; (b) coabitação familiar; (c) ônus excessivo com aluguel urbano; e (d) adensamento excessivo de domicílios alugados. Os componentes são calculados de forma sequencial, em que a verificação de um critério está condicionada à não ocorrência dos critérios anteriores. A forma de cálculo garante que não haja dupla contagem de domicílios, exceto pela coexistência de algum dos critérios e uma ou mais famílias conviventes secundárias que desejem constituir novo domicílio. Com base nisso, o déficit habitacional no Brasil é estimado em 5,5 milhões de unidades, sendo que aproximadamente 30% da população brasileira aluga uma residência para morar e aproximadamente 11% do total dos imóveis permanece desocupado (BID, 2014).

No ano de 2015, ocorreu um crescimento anual de 30% das moradias cujos proprietários têm a renda comprometida com o pagamento do aluguel. No total, 3,8 milhões de moradias têm esse problema, dado que agrava o déficit habitacional, tendo em vista que, entre os anos de 2013 e 2015, houve redução de 400mil novas unidades de novos domicílios, depois de mais de 5 anos de avanço. No Quadro 1, podem-se observar os índices que demonstram o déficit habitacional no ano de 2015, dividido por regiões brasileiras (IBGE, 2017).

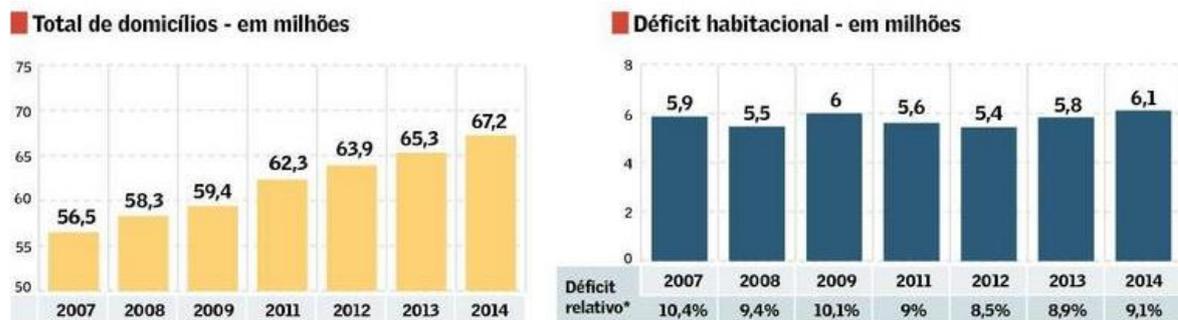
Quadro 1: Classificação do déficit habitacional por região.

| REGIÃO        | TOTAL         |                |                |               | EM RELAÇÃO AO DÉFICIT HABITACIONAL TOTAL |               |               |             |
|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|--|---------------|---------------|-------------|
|               | PRECÁRIOS     | COABITAÇÃO     | ÔNUS           | ADENSAMENTO   | PRECÁRIOS                                | COABITAÇÃO    | ÔNUS          | ADENSAMENTO |
| NORTE         | 156875        | 253814         | 179586         | 37101         | 25,00%                                   | 40,50%        | 28,60%        | 5,90%       |
| NORDESTE      | 492789        | 619768         | 754200         | 57576         | 25,60%                                   | 32,20%        | 39,20%        | 3,00%       |
| SULDESTE      | 109292        | 599895         | 1540013        | 181136        | 4,50%                                    | 24,70%        | 63,40%        | 7,50%       |
| SUL           | 117610        | 157854         | 410451         | 11721         | 16,90%                                   | 22,60%        | 58,80%        | 1,70%       |
| CENTRO-OESTE  | 48246         | 126485         | 304809         | 27282         | 9,50%                                    | 25,00%        | 60,10%        | 5,40%       |
| <b>BRASIL</b> | <b>924812</b> | <b>1757816</b> | <b>3189059</b> | <b>314816</b> | <b>14,90%</b>                            | <b>28,40%</b> | <b>51,50%</b> |             |

Fonte: IBGE (2015) e IBGE (2017).

A América Latina e o Caribe enfrentam um déficit habitacional enorme e crescente, que só poderá ser atendido se os governos da região incentivarem mais investimentos do setor privado para aumentar a oferta de habitações adequadas e a preços acessíveis, conclui um novo estudo do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2012).

Figura 1: Déficit habitacional de 2007 a 2014 em milhões de domicílios.



Fonte: IBGE (2017) e FJP (2018).

O total de domicílios no Brasil cresceu de forma gradual de 2007 a 2014, passando de 56,5 milhões de domicílios para 67,2 milhões em 2017. Esse crescimento não foi suficiente para suprir o déficit habitacional no Brasil, que foi de 6,1 milhões no ano de 2014, conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) aliados à Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (IBGE, 2017).

Há uma clara falta de coordenação entre prefeituras, governos estaduais e federal na condução de políticas públicas com foco no perfil mais afetado pelo déficit habitacional. Nesse sentido,

Deve-se pensar a política habitacional de forma conjunta com a questão urbana, com governos agindo em parceria na oferta de moradias e infraestrutura, regularização fundiária, em programas de locação social e no desenvolvimento de planos diretores de modo a ter uma política abrangente (MAXIMO, 2017).

## 2.2 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

A sustentabilidade está baseada em três pilares fundamentais, que se dividem nos âmbitos econômico, social e ambiental e que devem ser considerados de maneira integrada para atender ao desenvolvimento sustentável (AGOPYAN; JOHN; GOLDEMBERG, 2011). Esses conceitos começaram a ganhar visibilidade ao serem mencionados, em 1987, no relatório de Brundtland, que definiu o Desenvolvimento Sustentável como sendo aquele necessário para suprir as necessidades atuais sem comprometer o atendimento das necessidades das futuras gerações.

Dessa forma, o estabelecimento de uma civilização na qual ocorra uma melhor alocação dos recursos e uma melhor gestão possibilitariam a sustentabilidade econômica; a distribuição mais equitativa das riquezas promoveria a sustentabilidade social; e, por fim, a sustentabilidade ambiental seria alavancada pela limitação no uso dos recursos esgotáveis e sua substituição pelos renováveis, pela limitação no consumo, pela geração de tecnologias limpas, além da criação e da consolidação de mecanismos administrativos de proteção ambiental (CARVALHO; VIANA, 1998).

No ano de 2000, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu, com o apoio de 191 nações, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), num total de oito objetivos. Pensados de forma a estabelecer uma ação global entre os anos 2000 a 2015, os ODM forneceram uma estrutura considerável para um desenvolvimento, obtendo sucesso em diferentes áreas, como, por exemplo, a redução da pobreza e a melhora da saúde e da educação nos países em desenvolvimento, demonstrando que as metas funcionam e ajudando a acabar com a pobreza, porém não por completo (ONU BR, 2019).

Em 2015, uma nova agenda foi lançada, durante a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável, refletindo agora os novos desafios de desenvolvimento, a Agenda 2030. Substituindo os ODM, essa nova agenda expande os desafios e incorpora uma ampla variedade de tópicos inter-relacionados ao redor das dimensões econômica, social e ambiental. Em 1 de janeiro de 2016, iniciou-se oficialmente a implementação da Agenda 2030 de forma global, possibilitando às Nações Unidas traçar os rumos da história ao estabelecer uma nova agenda de desenvolvimento ambiciosa e universal, transformando o mundo em um caminho sustentável e resiliente e sem deixar de incluir a todos (UN, 2016; BOER, 2015; UNDG, 2016).

Também conhecida como Objetivos do Desenvolvimento sustentável (ODS), essa nova agenda trata de um plano direcionado para as pessoas, para o planeta e para a

prosperidade, tendo como objetivo fortalecer a paz universal com maior liberdade (ONU BR, 2019). Os ODS estão organizados em dezessete Objetivos indivisíveis e integrados (Figura 2), que se subdividem em 169 metas, buscando concretizar os direitos humanos e alcançar a igualdade de gênero.

Figura 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU BR (2019).

Pode-se dizer que a Agenda 2030 por meio de seus objetivos, relaciona-se diretamente com os principais pilares do Desenvolvimento Sustentável (MARTINS, 2016), podendo classificá-los desta forma:

- Dimensão social: erradicação da pobreza; fome zero; saúde e bem-estar; educação de qualidade; igualdade de gênero; redução das desigualdades;
- Dimensão ambiental: água limpa e saneamento; energia acessível e limpa; consumo e produção responsáveis; combate às alterações climáticas; vida na água; vida terrestre;
- Dimensão econômica: trabalho decente e crescimento econômico; indústria, inovação e infraestrutura; cidades e comunidades sustentáveis.

Além disso, acrescentando-se um quarto aspecto, o institucional, agregando os objetivos paz, justiça e instituições fortes; parcerias e meios de implementação.

De forma resumida, os ODS foram construídos sobre as bases estabelecidas pelos ODM, buscando completar o trabalho inacabado em relação a eles e também responder aos

novos desafios (PNUD, 2015; UN, 2015; WBCSD, 2016; UN-SDSN, 2015; UN-SDSN, 2016). Em meio aos 17 objetivos definidos pela Agenda 2030, o ODS 11 – tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis – aborda questões relacionadas especificamente aos problemas de habitação existentes pelo mundo.

Figura 3: Objetivo 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis



Fonte: ONU BR (2019).

O ODS 11 está composto por 7 metas ao todo, que trazem consigo importantes definições, sendo duas delas diretamente ligadas ao foco principal desta pesquisa: (11.1) até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas; (11.3) até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável e as capacidades para o planejamento e a gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países (ONU BR, 2019).

Por fim, a utilização dos *containers* como alternativa para suprir o déficit habitacional que existe no Brasil e no mundo liga-se diretamente aos Objetivos estabelecidos pela ONU na Agenda 2030, principalmente com relação aos aspectos social e ambiental da sustentabilidade. Social porque auxilia na busca da transformação das cidades e comunidades em um espaço seguro, proporcionando moradia às pessoas que vivem em situação de baixa renda. Ambiental porque proporciona ao setor da construção civil uma alternativa de reutilização de um material, que em princípio fica depositado em espaços específicos dos portos marítimos sem o correto reaproveitamento e, dessa forma, auxilia na redução da utilização de matérias-primas tradicionais e poluentes, evitando ainda mais a poluição do meio ambiente.

### 2.3 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

O termo Habitação de Interesse Social (HIS) estabelece diferentes soluções de moradia destinadas a indivíduos ou unidades familiares de baixa renda. Para Edwards (2008), a habitação desempenha três diferentes funções: a social relacionada ao abrigo familiar e base para o seu desenvolvimento; a ambiental no que refere ao espaço urbano com garantia da

qualidade do local construído e; por fim, a econômica na qual cria novas oportunidades de geração de emprego e renda, além da profissionalização.

De acordo com Abiko (1995), o termo HIS tem sido predominante em pesquisas e estudos sobre gestão habitacional e vem sendo adotado por várias entidades, juntamente com outras expressões como as seguintes:

- Habitação Popular: termo genérico que engloba todas as soluções destinadas ao atendimento de demandas habitacionais;
- Habitação para População de Baixa Renda: derivado do anterior, este termo é utilizado para denominar habitação destinada à população de baixa renda e possui conceito similar ao de HIS. Baseia-se no estabelecimento de uma renda máxima da unidade familiar ou indivíduo que caracterize a faixa populacional de foco;
- Habitação de Baixo Custo: termo utilizado para denominar toda habitação de baixo custo, mas sem que isto represente obrigatoriamente habitação para população de baixa renda;

No ano de 2008, com o objetivo de aquecer o mercado da construção civil, diminuir o déficit habitacional existente, e levar habitação popular para as classes pobres da população brasileira, o Governo Federal criou o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV, CAIXA). Uma das categorias de abrangência desse programa contemplava o atendimento às camadas de renda abaixo de três salários mínimos, com um volume inédito de subsídios públicos para essa faixa (FERREIRA, 2012).

De acordo com Brandão (1984), a repercussão do problema da habitação de interesse social não fica apenas nas questões relacionadas à construção, mas também está ligada a fatores como a estrutura de renda das classes sociais mais pobres, às dificuldades de acesso aos financiamentos concedidos pelos programas oficiais e às deficiências na implantação das políticas habitacionais de um país.

Além disso, cada vez mais se observa que a produção habitacional está concentrada nos interesses do mercado imobiliário, deixando de lado as necessidades e os anseios dos diferentes usuários, principalmente as destinadas à população de baixa renda (BEZERRA JUNIOR, 2017). O fato é que, independentemente de quem promove, dos mecanismos e procedimentos que adota, de sua produção e das formas de acesso à moradia, o setor direcionado à habitação de interesse social continua necessitando, em menor ou maior escala, de realizações concretas que levem a melhorias no seu desempenho funcional, levando em consideração às necessidades dos moradores e à satisfação destes no contexto da qualidade de vida urbana (ROMERO; ORNSTEIN, 2003).

Verifica-se ainda, uma excessiva padronização dos conjuntos habitacionais no Brasil, tornando as habitações impessoais e impossibilitando muitas vezes o usuário de estabelecer uma relação com a edificação (BEZERRA JUNIOR, 2017). Não existindo uma harmonia na relação entre o ambiente e o usuário, acaba fazendo com que muitas vezes o usuário modifique o ambiente onde reside, adaptando-o à sua proposta, o que nem sempre é possível, uma vez que existem questões de ordem técnica, econômica e outras, trazendo vários prejuízos.

#### 2.4 ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Apesar do reconhecimento da importância do conceito de desenvolvimento sustentável, o mundo atual caminha concretamente por rumos que desafiam qualquer noção de sustentabilidade (CAVALCANTI, 2001). A indústria da construção constitui-se como um dos setores mais devastadores em termos de impactos ambientais, o que requer uma alteração urgente do paradigma que o caracteriza, que seja capaz de fazer a transição de um setor poluente para um setor mais sustentável e amigo do ambiente (TORGAL; JALALI, 2007).

De acordo com Marques (2018), a indústria da construção tem importância expressiva quando comparada às demais indústrias, pelos efeitos causados ao meio ambiente. O intenso impacto ambiental causado pela construção civil está diretamente relacionado com a extensa cadeia produtiva do setor, que se inicia pela extração de matérias-primas, produção, transporte de materiais, projeto, execução, ocupação de terras, geração/descarte de resíduos, uso, manutenção, destinação dos resíduos gerados durante o uso da edificação e, ao final da vida útil, sua demolição ou desmontagem. Além disso, também deve ser considerada a utilização de água e energia durante construção, uso e manutenção do edifício (AGOPYAN; JOHN; GOLDEMBERG, 2011).

Dados da Organização das Nações Unidas (ONU) apontam que o setor consome 40% de toda energia produzida no mundo, extrai 30% dos materiais do meio natural, gera 25% dos resíduos sólidos, consome 25% da água do planeta e ocupa 12% das terras (CTE, 2015).

Figura 4: Alguns impactos do Setor da Construção Civil



Fonte: Marques (2018).

Tanto os países desenvolvidos quanto alguns países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, estão sempre ampliando seu ambiente construído. Para tanto, tendem a consumir uma elevada quantidade de material e, por consequência, gerar uma grande quantidade de resíduos. No Brasil, é possível afirmar a significância das perdas na construção e quantificar a geração dos resíduos de construção civil (RCC), demonstrando sua supremacia na composição dos Resíduos Sólidos Urbanos (AMADEI et al., 2011).

A geração de resíduos durante a fase de construção é decorrência das perdas dos processos construtivos. Parte das perdas do processo permanece incorporada nas construções, na forma de componentes cujas dimensões finais são superiores àquelas projetadas. Esse é o caso de argamassas de revestimento, concretos etc. Outra parcela se converterá em resíduo de construção. Mudanças tecnológicas também podem reduzir as perdas e o entulho da construção. Processos como a incorporação de instalações em paredes de alvenaria que exigem a quebra parcial da parede recém-construída e sua reconstrução com argamassa, por exemplo, devem ser abandonados (JOHN; AGOPYAN, 2000).

Quadro 2: Porcentagem da perda de materiais na construção civil.

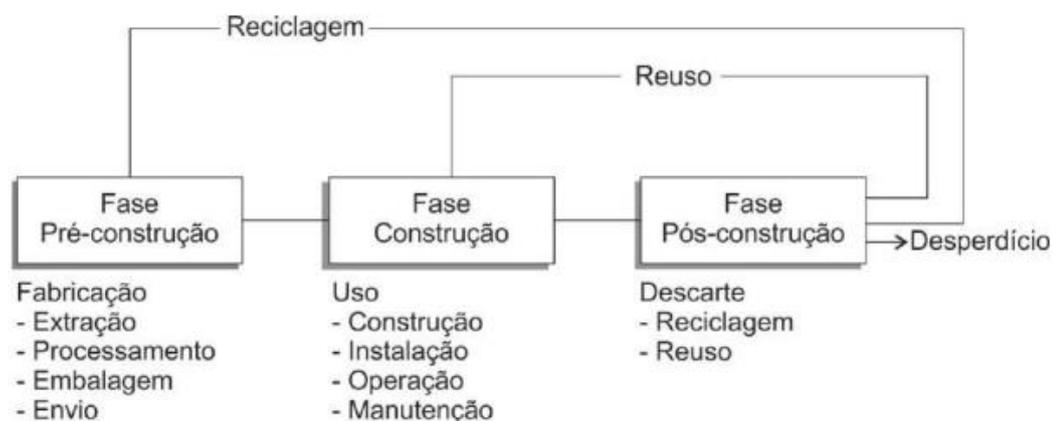
| Perdas de alguns materiais de construção civil em canteiros brasileiros (%) |         |     |                  |       |                  |
|---|---------|-----|------------------|-------|------------------|
|   | Cimento | Aço | Blocos e tijolos | Areia | Concreto usinado |
| Min.  | 6%      | 2%  | 3%               | 7%    | 2%               |
| Máx.  | 638%    | 23% | 48%              | 311%  | 23%              |
| Mediana   | 56%     | 9%  | 13%              | 44%   | 9%               |

Fonte: Adaptado de John e Agopyan (2000).

O setor de construção encontra-se mobilizado em torno do tema de redução das perdas, pois elas significam uma oportunidade de redução de custos. Medidas de controle de deposição, transporte e até mesmo taxaço da geração de resíduos pela construção são alternativas adicionais à disposição do poder público. Essas alternativas têm sido adotadas em vários países como, por exemplo, na Inglaterra (JOHN, 2000). Assim, o setor da construção civil tem crescente interesse na redução desses impactos ambientais, pesquisando formas não convencionais de construção e estudando ciclo de vida de materiais, sequestro de CO<sub>2</sub>, dentre outros (ALMEIDA; PINHEIRO; OLIVEIRA, 2016).

A Figura 5 demonstra de maneira esquemática uma divisão em três macrofases do processo de construção de edificações, bem como aspectos relacionados a subprocessos de sustentabilidade que podem estar inseridos neste.

Figura 5: Esquema de reciclagem e reúso.



Fonte: Adaptado de Rashid, 2015.

Os materiais utilizados na construção civil também exercem grande impacto ambiental, desde a extração até o descarte. Considerando que a indústria da construção consome 50% dos recursos naturais, a escolha dos materiais é um dado muito importante para que se atinjam as exigências da construção sustentável (GUEDES; BUORO, 2015). Para

especificar materiais construtivos sustentáveis, deve-se pensar no grau de energia incorporada de cada elemento. Além da energia, outros critérios devem ser avaliados na escolha dos materiais, como, por exemplo, a poluição do ar e da água durante seu processo de fabricação, a quantidade de resíduos que geram em seu ciclo de vida e também a possibilidade de reúso ou reciclagem (EDWARDS, 2008).

Uma das possíveis soluções que vêm se consolidando é o uso de materiais recicláveis, prática significativa para a sustentabilidade, uma vez que minimiza o impacto ambiental gerado pelo setor e reduz os custos (MUSSNICH, 2015). É neste cenário que nasce o conceito da reutilização de *containers* marítimos na construção, que tem sido vista como uma alternativa social, ambiental e economicamente correta, podendo ser implantado em residências, comércios, corporativos, institucionais, dentre outros.

## 2.5 HABITAÇÕES SUSTENTÁVEIS

De acordo com Perfeito (2017), arquitetura sustentável é a busca por soluções projetuais que atendam ao programa, restrições orçamentárias, condições físicas e sociais locais, tecnologias disponíveis, legislação e a antevisão das necessidades durante a vida útil do espaço construído. Para Figueiredo (2012), a especificidade da arquitetura e da construção sustentável, como sistema edificante, exerce modificações responsáveis no ambiente, de forma a suprir as necessidades estruturais da moradia em que se vive o homem atual, sem excluir a preservação ambiental e seus recursos naturais.

Ao desenvolver um projeto de edificação, deve-se ter em conta a forma pela qual se pode aperfeiçoar o processo, diminuindo o uso de insumos na construção civil, a fim de tornar a construção ambientalmente sustentável. A utilização de materiais mais duráveis, com menor energia incorporada ou reciclável, constitui alternativa para uma maior sustentabilidade dos materiais de construção (TORGAL; JALALI, 2007).

Conforme Félix,

[...] a dificuldade de acesso à moradia de amplos setores populacionais é a principal ameaça a sustentabilidade das cidades brasileiras, já que, em razão da exclusão de grande parte da população do mercado imobiliário formal cresce o déficit habitacional e as normas de ocupação irregulares em áreas de risco, de proteção ambiental e de mananciais (2004, p. 61).

O processo em prol da sustentabilidade que o profissional de arquitetura deverá exercer ao executar um projeto faz com que esteja familiarizado com as questões ambientais,

pois, desde o projeto, passando pela execução até o término do edifício, tudo deverá ser conduzido com o menor impacto ambiental, tendo como origem um projeto diferenciado (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Dentre as diversas abordagens existentes para promoção do desenvolvimento sustentável dentro do ramo da construção e da arquitetura, no que tange aos materiais, três categorias podem ser reconhecidas: a reciclagem, o reúso e o *upcycling*. O reúso visa a preservar o valor do produto (materiais e energia investidos), de modo a promover seu uso continuado na mesma função ou em funções similares. O conceito *upcycling* relaciona-se ao de reciclagem, e refere-se a transformar produtos que já tenham chegado ao fim do seu ciclo original em novos produtos de qualidade similar e de melhor valor ambiental (PERFEITO, 2017).

De modo geral, por meio desses processos, o objetivo é garantir-se uma redução no uso de novas matérias-primas e, dessa forma, resultar em menor consumo de energia, poluição de recursos naturais e emissão de gases do efeito estufa (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2013).

## 2.6 O REÚSO DE *CONTAINERS* MARÍTIMOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dentre os materiais residuais, tem-se o *container* marítimo, que tem grande potencial como matéria-prima estrutural para ser adaptado como novos edifícios. O *container*, recipiente metálico normalizado pela ISO, possibilita uma arquitetura flexível, que permite a ampliação ou a montagem do edifício de modo racional. Essa técnica alternativa de construção atende às ações necessárias ao desenvolvimento sustentável, contribuindo com o meio ambiente, pois preserva recursos naturais que seriam extraídos, promove a reutilização de materiais de qualidade, reduz etapas construtivas e, conseqüentemente, proporciona a redução de resíduos durante a obra (GUEDES; BUORO, 2015).

Os *containers* são reservatórios de metal, de grandes dimensões, normalmente usados para o transporte de carga e, por isso, muito resistentes. Segundo Loss et al. (2009), devido ao comércio internacional e à globalização, o número desses reservatórios utilizados pelas empresas de transporte está cada vez maior. A vida útil de um *container* para o uso em transportes de cargas é de 8 a 12 anos, pois, após esse período, sua manutenção torna-se economicamente impraticável e, dessa forma, muitas vezes acabam largados nos portos, gerando cerca de 1,5 milhão de *containers* fora de uso a cada ano (PERFEITO, 2017).

De acordo com a Green *Container* International Aid (2012), existem aproximadamente 20 milhões de *containers* em circulação no mundo. Destes, mais de 1 milhão estão abandonados nos portos, principalmente nos EUA, na Europa e na China, criando grandes depósitos. No Brasil, segundo um levantamento apresentado pelo Centro Nacional de Navegação Transatlântica, existem cerca de cinco mil *containers* abandonados nos portos (CARBONARI, 2013).

O descarte desses equipamentos não biodegradáveis contribui para a poluição ambiental, razão pela qual sua reutilização torna-se importante. Após cumprirem sua função de transporte e condicionamento de mercadorias, os *containers* estão sendo reciclados como sucata (PERFEITO, 2017). No entanto, atualmente, outra possibilidade é explorada e ganha espaço no cenário mundial: o reuso para fabricação de espaços habitáveis (PERFEITO, 2017).

O uso de *containers* em edificações permite a redução nos custos de obra, proporciona economia no tempo de execução, além de um belo e moderno *design*. O preço geralmente apresenta-se acessível, e, além de ser resistente ao intemperismo, possui como principal vantagem a baixa geração de resíduos sólidos da construção e da demolição (RCD) durante a execução da obra, proporcionando, portanto, baixo impacto ambiental (TROVO; GOIS; OLIVEIRA, 2015).

De forma geral, é possível afirmar-se que as casas oriundas de *containers* refletem uma mudança de comportamento da sociedade, pois assumem um papel prático na vida dos indivíduos, seja em razão da mobilidade, do preço, das questões de sustentabilidade ou, ainda, na contribuição que este modelo de projeto de habitação pode trazer para o combate ao enorme déficit habitacional que existe pelo mundo (PERFEITO, 2017). Portanto, o negócio de construção com *containers* tem um grande potencial no que se refere à sustentabilidade, apresentando diferentes vantagens e desvantagens, conforme demonstra o Quadro 3.

Quadro 3: Vantagens e desvantagens da construção em *containers*

| DESCRIÇÃO |   | AUTORES  |
|-----------|---|--|
| VANTAGENS | Modularidade – dimensões padronizadas pela ISO 668:2013, permitindo as mais variadas composições. | Figueiredo (2012); Guedes e Buoro (2015); Tissei et al. (2017).                            |
|           | Disponibilidade – podem ser adquiridos em qualquer parte do mundo.                                | Guedes e Buoro (2015); Hong (2017); Islam et al. (2016); Mussnich (2015); Perfeito (2017). |
|           | Custo acessível.  | Guedes e Buoro (2015); Islam et al. (2016).  |

|                               |  |   |
|-------------------------------|--|---|
|                               | Grande resistência – são feitos para resistirem as mais difíceis condições climáticas como também a incêndios e terremotos, e por isso são empilháveis. Podem chegar até 8 níveis sem estrutura auxiliar e quando fixados uns aos outros estes módulos adquirem maior estabilidade.  | Budiyanto e Shinoda (2018); Figueiredo (2012); Guedes e Buoro (2015); Hong (2017); Sawyer (2008).                     |
|                               | Durabilidade – estrutura e fechamentos em aço.   | Guedes e Buoro (2015); Hong (2017); Islam et al. (2016); Perfeito (2017).   |
|                               | Recicláveis e reutilizáveis.   | Guedes e Buoro (2015); Mussnich (2015).   |
|                               | As construções podem ser facilmente ampliadas ou reduzidas, dependendo da necessidade do usuário.  | Figueiredo (2012); Guedes e Buoro (2015).   |
|                               | O uso de container para a estrutura do edifício gera economia na utilização de recursos naturais como: areia, tijolo, água, ferro o que acarreta redução de impactos ambientais na extração de recursos naturais e na geração de resíduos, além de minimizar poluição do ar e sonora durante a construção.   | Esser (2012); Guedes e Buoro (2015); Islam et al. (2016); Perfeito (2017); Tissei et al. (2017).                      |
|                               | Como são elementos modulares e leves, exigem muito menos mão de obra nos trabalhos de fundação do que as construções tradicionais, também reduzem trabalhos de terraplenagem, o que garante menor interferência no solo, preservando o lençol freático e a absorção de água de chuva.  | Esser (2012); Figueiredo (2012); Guedes e Buoro (2015); Tissei et al. (2017); Tanyer, Tavukcuoglu e Bekboliev (2018). |
|                               | A intermodalidade proporciona flexibilidade ao edifício e permite que a construção possa ser desmontada e transportada para outra localidade se necessário. Esta característica contribui para que não haja desperdício do material empregado na construção e ao final da vida útil da edificação, pode ser adaptado a outro uso, que favorece a redução da pegada ecológica, característica definida como: a quantidade de terra e água necessária para sustentar as gerações atuais, tendo em conta todos os recursos materiais e energéticos, gastos por uma determinada população. | Guedes e Buoro (2015); Islam et al. (2016); Mussnich (2015); Perfeito (2017); Tissei et al. (2017).                   |
|                               | A construção em <i>container</i> proporciona redução no custo final da obra em aproximadamente 35% quando comparada à construção tradicional, pois neste processo são eliminadas muitas etapas construtivas, reduzindo o emprego de materiais, mão de obra e geração de resíduos.  | Esser (2012); Guedes e Buoro (2015); Islam et al. (2016); Perfeito (2017).  |
|                               | Acelera a velocidade da construção, por ser um material pré-fabricado, portanto sua montagem é rápida.   | Guedes e Buoro (2015); Islam et al. (2016); Perfeito (2017)   |
|                               | Os trabalhos de serralheria, transporte e montagem devem sempre ser feitos por mão de obra especializada, o que favorece a redução do trabalho informal, fator importante quando se pretende atingir o desenvolvimento sustentável.  | Guedes e Buoro (2015); Tissei et al. (2017).  |
| <b>DES<br/>VANT<br/>AGENS</b> | Custos com transporte, caso a localização do terreno seja muito distante de zonas portuárias.  | Guedes e Buoro (2015); Perfeito (2017).   |
|                               | Pequena disponibilidade de mão de obra especializada, para recorte das chapas, movimentação e montagem dos módulos, que exigem equipamentos específicos.   | Guedes e Buoro (2015); Tissei et al. (2017).  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | A alta condutibilidade térmica das chapas dos containers requer estudo de adequação para o uso de isolamento térmico nas vedações.  | Budiyanto e Shinoda (2018); Guedes e Buoro (2015); Tanyer, Tavukcuoglu e Bekboliev (2018). |
|  | Possibilidade de contaminação com relação à carga transportada. Por isso, é necessário que se faça laudo de vistoria ao se adquirir um container, para que seja certificado que o material está livre de contaminações e de avarias em sua estrutura. | Budiyanto e Shinoda (2018); Guedes e Buoro (2015); Tanyer, Tavukcuoglu e Bekboliev (2018). |
|  | Necessidade de adequação para adquirir visual agradável e principalmente apresentar conforto térmico.   | Guedes e Buoro (2015); Tissei et al. (2017).   |

Fonte: O autor (2018).

De maneira resumida, a potencial flexibilidade em projetos, a versatilidade, reciclabilidade e a qualidade estrutural são características que ofertam à construção civil grande diversidade de usos com custos mais baixos. No Brasil, a construção com a utilização de critérios de sustentabilidade é influenciada por grandes desafios, como, por exemplo, o déficit habitacional, os problemas de infraestrutura para transporte, a comunicação, o abastecimento de água, o saneamento básico, a energia e as atividades comerciais e industriais (TISSEI et al., 2017).

Para o meio ambiente, os *containers* abandonados são grandes poluidores, e o mesmo pode ser considerado para os materiais da construção civil, os quais dão origem a diversas caçambas de entulhos durante as fases de obra e de construção. Dessa forma, a reutilização dos *containers* em substituição aos materiais tradicionais para a construção proporciona benefício duplo: primeiramente, devido ao reaproveitamento do próprio *container*, e, em segundo lugar, por eliminar o alto consumo de matéria-prima. De acordo com Tissei et al. (2017), no Brasil, a utilização de *containers* como residência ainda não é muito comum, mas já se utiliza muito para espaços temporários, como em exposições, feiras, postos policiais, canteiros de obras, dentre outros.

## 2.7 ESTUDO DE CASO UTILIZAÇÃO DE *CONTAINERS* PARA HABITAÇÃO

Historicamente, o uso de *containers* com a finalidade de habitação começou como abrigos temporários em países que passavam por situações de desastres naturais ou guerras, como, por exemplo, na Guerra do Golfo em 1991, onde também serviram como transporte para prisioneiros iraquianos (METÁLICA, 2015).

Na última década, ocorreu um acúmulo de *containers* em estado de abandono e desuso nos Estados Unidos, ocasionado devido ao desequilíbrio entre as importações e as exportações de mercadorias da Ásia. Em 2005, havia cerca de 700 mil *containers* desativados nos portos dos Estados Unidos. Na tentativa de reduzir esse estoque, *containers* começaram a ser utilizados para outros fins, como edifícios residenciais, hotéis, escolas, abrigos, pavilhões de exposições, dentre outros (GUEDES; BUORO, 2015).

O excesso de *containers* não só nos Estados Unidos como também em outros países fez com que o custo desse material fosse reduzido, reforçando ainda mais o interesse em nível mundial pelas construções de edifícios com um menor custo e com potencial sustentável (GUEDES; BUORO, 2015). Países como os Estados Unidos, a Alemanha, a Holanda e a Inglaterra já utilizam essa técnica para a construção de escritórios, hotéis, residências e alojamentos para estudantes, por exemplo. Ilustrativamente, citam-se alguns casos, em razão da inovação que representam.

### **2.7.1 Inglaterra, Travelodge Hotel**

Em 2008, iniciou-se a construção de um hotel de oito andares, que se pode ver na Figura 6, na qual foram utilizados 86 *containers* dispostos lado a lado, sobrepostos um sobre o outro e fixados. Os *containers* foram preparados na China e transportados até a Inglaterra com paredes internas de gesso acantonado e instalações sanitárias do banheiro já dispostas (BBC NEWS, 2008).

Com um total de 120 quartos, a obra custou o valor de 4,5 milhões de euros, enquanto uma obra com a mesma quantidade de quartos custaria 5 milhões de euros, o que representa uma redução de 10% no custo total de um sistema tradicional de construção. O tempo de construção foi 25% inferior ao tempo de uma construção tradicional, passando de 40 para 30 semanas.

Figura 6: Travelodge Hotel.



Fonte: BBC News (2008).

### 2.7.2 Itália, Green Frame House

O projeto-conceito foi lançado em uma feira para promover a sustentabilidade na construção civil, reutilizando os *containers* marítimos em ações conjuntas para lançar produtos de empresas multinacionais. Foram empregadas medidas sustentáveis, como, por exemplo, os painéis Energain, que melhoram a temperatura ambiente e permitem a economia de energia elétrica. Foram utilizados seis *containers* de 20 pés. Pode-se observar na Figura 7 a disposição dos *containers* utilizados como edificação.

Figura 7: Green Frame House.



Fonte: Meinhold (2010).

### 2.7.3 África do Sul, New Jerusalem Children's Home

No ano de 2011, foi concluída uma obra realizada totalmente em *containers* entre as cidades de Johannesburg e Pretória, na África do Sul. O espaço atende a crianças em estado de vulnerabilidade. Chamado de New Jerusalem Children's Home, a instituição foi idealizada por duas irmãs, Anna Mojapelo e Phina Mojapelo (2000). Na edificação, a estrutura contém 28 *containers*. O projeto foi feito para tornar a edificação sustentável e confortável aos usuários. Quanto ao conforto térmico, todas as paredes internas são revestidas com gesso, com isolamento em espuma de 50 mm. No quesito ambiental, utiliza-se energia solar para o aquecimento da água e para a geração de energia e também há captação da água da chuva para a irrigação do jardim externo, além de ter sido projetado um telhado verde sobre a cobertura dos *containers*. Na Figura 8, tem-se, à direita, a imagem da construção, e à esquerda, a edificação já concluída.

Figura 8: New Jerusalem Children's Home.



Fonte: Mojapelo e Mojapelo (2000).

### 2.7.4 Argentina, QUO Container Center

Em Buenos Aires, com o uso de *containers*, foi construído um *shopping* para abrigar empresas locais (Figura 9). Considerado o primeiro centro comercial sustentável na Argentina, o QUO *Container Center* foi construído com o uso de 57 *containers* marítimos em desuso. O projeto e a execução ficaram a cargo da empresa Estudio BZZ Arquitectura.

Algumas medidas sustentáveis foram tomadas no projeto, como a disposição dos *containers* de modo a assegurar áreas verdes para a população que circula, e foram implantados telhados verdes e painéis solares, o que tornou o projeto mais sustentável (XAVIER, 2015).

Figura 9: QUO Container Center.



Fonte: Celis (2014).

### 2.7.5 Brasil, Container Art São Paulo

Projeto dos arquitetos Tiago Bernardes e Paulo Jacobsen com o objetivo de criar um espaço de exposição de arte, no ano de 2008, foi construído o Art São Paulo. Foram utilizados 12 módulos de *container* de 6m como base de 6 módulos de *container* de 12m, compreendendo uma área de 1200m<sup>2</sup>, conforme se pode ver na Figura 10.

Os *containers* possuem como característica os de uma estrutura sóbria e volumosa, empilháveis, modulados tanto na horizontal quanto na vertical, sem a necessidade de uma estrutura auxiliar nos espaços criados e fácil de serem transportados, pontos que foram relevantes na instalação do projeto dentro do parque (JACOBSEN ARQUITETURA, 2008).

Figura 10: *Container Art* São Paulo.



Fonte: Finotti, apud Jacobsen Arquitetura (2012).

### 2.7.6 Brasil, Restaurante Madero - Passo Fundo-RS

Segundo Junior Durski, fundador da rede *Madero Containers*, a utilização de *containers* na concepção do empreendimento deu-se como uma alternativa de baixo custo-benefício, sustentável e com facilidade e rapidez na implantação. A primeira etapa, o projeto arquitetônico, foi desenvolvido para que a temperatura ambiente do *container* estivesse confortável ao usuário, para o que foi utilizado, em toda a face externa do *container*, revestimento térmico proveniente de fibra de garrafa PET.

O custo de implantação de um *container* é um terço do custo de implantação de um restaurante tradicional. O custo operacional também diminuiu de forma significativa, e o quadro de funcionários chega a ser 75% menor. A vida útil do *container* passa de 8 para 100 anos, e tem menor impacto na geração de resíduos. Além disso tudo, um restaurante tradicional leva em média 4 meses para ficar pronto, enquanto o projeto do *Container* leva apenas 21 dias para ser executado (MIRANDA CONTAINER, 2016).

Figura 11: Restaurante Madero.



Fonte: Durski (2017).

A versatilidade dos *containers* chama atenção, podendo esse material ser aplicado em variados tipos de uso na construção, desde residências de pequeno a grande porte, até o setor comercial e institucional, como escritórios, lojas, restaurantes, hotéis, alojamentos, escolas, dentre outras infinitudes de uso, bastando que se use da criatividade. Além de tudo, o *container* é uma estrutura que se associa a outros tipos de elementos para compor a construção. Dessa forma, não existe limite para projeto com esse elemento, que se integra com concreto, madeira, vidro, metais e garante às edificações-*container* maior proximidade às edificações convencionais, podendo garantir conforto, beleza, rapidez e sustentabilidade à obra (MUSSNICH, 2015).

## 2.8 DESEMPENHO E CONFORTO DA CASA-CONTAINER

O estudo do conforto ambiental é essencial para a aplicação e o desenvolvimento de projetos e para a construção de habitações a partir da reutilização de *containers*, afinal, esse material possui características próprias que precisam ser levadas em consideração. Com isso, têm-se as questões projetuais de como o projeto arquitetônico, atrelado ao conforto térmico da habitação, para que assim se possam resolver essas questões da melhor maneira possível, e as questões construtivas, de quais materiais serão utilizados para garantir um desempenho adequado para a habitação.

De acordo com Gomes (2016), o conforto ambiental quando relacionado às questões de habitação, pode ter uma interpretação puramente física, mas também outra interpretação subjetiva. Sob o ponto de vista físico, trata-se de questões ligadas à integridade física humana, para que, assim, as necessidades primárias sejam garantidas. Nesse caso, podem ser citados alguns atributos ligados ao conforto ambiental, como, por exemplo, a segurança, que funciona como base para a noção de bem-estar. Outro exemplo é a adequação ambiental como forma de obtenção de um equilíbrio entre o meio e o usuário, garantindo maior ou menor facilidade na realização das tarefas em seu ambiente de habitação.

No segundo caso, para que se possa realizar uma plena ideia de conforto, os elementos físicos devem estar ligados aos subjetivos, que tratam de uma questão mais psicológica e cultural, como as noções de lar, de privacidade e de território (SILVA; SANTOS, 2011). Garantindo-se os elementos físicos, os subjetivos estarão viabilizados de maneira positiva. Para isso, o conforto deve garantir a qualidade da habitação desde a etapa projetual, por meio da adequação do projeto ao terreno em que será implantado, do entendimento do vento, da posição do sol, das áreas de sombra e do clima da região, dentre outros.

Nessa etapa inicial, a busca pelo conforto ambiental deve ser realizada utilizando os elementos naturais, com o vento, o sol, a água da chuva e a vegetação (GOMES, 2016). Para Frota e Schiffer (2001), a construção de um edifício que possua características que permitam uma resposta térmica coerente, não significa um aumento no custo de utilização e de manutenção de equipamentos. Sendo assim, como soluções que podem ser adequadas ao conjunto, encontram-se a orientação e a posição das aberturas, a quantidade de elementos translúcidos e transparentes, além da adequação de possíveis *brises-soleil*, que ajudam no controle térmico natural.

Outro cuidado importante é a ventilação, que entra como elemento fundamental, uma vez que a renovação do ar pode garantir uma melhor dissipação do calor. A ventilação natural atua no edifício pelas aberturas, que deverão ser previstas e adequadas do ponto de vista da dimensão e da posição, atuando uma como entrada e outra como saída, de modo a garantir um fluxo de ar adequado (GOMES, 2016).

Dentre outras medidas importantes estão o uso de vidros claros para a boa penetração da luz natural, de esquadrias que abrem para os benefícios da ventilação noturna e a especificação de revestimentos externos opacos em cores claras para a maior reflexão da radiação. Os *containers*, como são feitos de aço, possuem uma alta condutividade de calor, portanto, a partir da escolha do *container* que será utilizado, deverão ser definidas as medidas

para atenuar essa questão, como materiais de isolamento térmico. Os materiais não convencionais desenvolvidos para isolar termicamente diferentes tipos de ambientes, e que possuem muitas vezes também características para isolar acusticamente o ambiente, são a lã de vidro, a lã de rocha, a vermiculita, as espumas elastoméricas, a fibra de coco, dentre outros.

A lã de vidro, por exemplo, é reconhecida como um importante isolante térmico, e constitui-se por sílica e sódio aglomerados por resinas sintéticas em alto forno. A lã possui como características ser leve, fácil de manusear e cortar, seu desempenho não deteriora com o passar do tempo e a constituição desse material absorve a transferência de calor e também das ondas sonoras, criando uma fricção entre as ondas e a superfície da fibra, fazendo com que as ondas percam intensidade (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006).

Outro material que se encontra disponível é a vermiculita, um mineral da família das micas constituída pela superposição de finas lamínulas as quais, ao serem submetidas a altas temperaturas, se expandem de volume, deixando um vazio em seu interior. Como características importantes, a vermiculita possui baixa condutibilidade, não é tóxica, não é abrasiva, não se deteriora e é insolúvel em água. No âmbito da construção civil, pode ser aplicada para enchimento de pisos, isolamento termoacústico em divisórias, forros, lajes e paredes, corta fogo, câmaras à prova de som, câmaras à prova de fogo, rebocos isolantes, dentre outros (OLIVEIRA; UGARTE, 2004).

A questão sonora também é bastante discutida quando se trata do *container* como habitação. Forros e paredes recheadas com lãs minerais, como lã de rocha e de vidro, podem corrigir o tempo de reverberação do som dentro de um *container*. Porém deve-se tomar cuidado com os índices de absorção acústica, porque, quando em excesso, podem fazer com que pessoas em um mesmo ambiente tenham dificuldade de ouvir umas às outras a uma determinada distância, devido à absorção do som. A escolha do forro ou do revestimento precisa, assim, levar em conta a taxa de ocupação do ambiente, além de manutenção, durabilidade, estabilidade e resistência ao fogo (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006). Segundo Salvador (2006), a lã de rocha é composta de fibras originadas de basalto aglomerado com resina sintética e possui características por ser isolante acústico, térmico, antiparasita e não corrosivo, podendo ser aplicada em forros, divisórias e dutos de ar condicionado.

Outro artifício que pode ser utilizado para melhorar o conforto térmico é o telhado verde. Além de proteger a cobertura do edifício contra a chuva e os raios solares, a camada de terra ajuda no equilíbrio térmico do edifício. Para Perfeito (2017), o uso do telhado verde é uma dessas práticas que, além de melhorar o conforto térmico da habitação e reduzir o

consumo energético, transforma a paisagem construída em algo mais agradável e proporciona mais integração ao meio ambiente. Além disso, um telhado verde também diminui a carga de instalações de tratamento de água, aumentando a qualidade do escoamento da água e economizando energia para fins de refrigeração e de aquecimento, devido aos seus efeitos de isolamento (SAADATIAN et al., 2013).

## 2.9 NORMA DE DESEMPENHO NBR 15.575

A norma brasileira NBR 15.575: Edifícios habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013), publicada em 19 de fevereiro de 2013, trata do desempenho das habitações, qualquer que seja seu número de pavimentos. Ela contém preocupações para o desenvolvimento dos empreendimentos residenciais no que se refere a vida útil, desempenho, eficiência, sustentabilidade e manutenção dessas edificações. Em resumo, insere o fator qualidade ao edifício entregue aos usuários (CAUBR, 2015; CÂMARA BRASILEIRA DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013).

Logo após sua publicação, essa norma foi alvo de muitos questionamentos e de processos de revisão, porém sua vigência representou um considerável avanço na busca pela melhora na qualidade da construção civil brasileira, especialmente no que diz respeito à habitação de interesse social (SANTO; ALVAREZ; NICO-RODRIGUES, 2013). Para Bertini, Martins e Thomaz (2013) a NBR 15.575 representa um grande avanço no setor da construção, porque ela não é uma norma prescritiva, ou seja, não indica como a edificação deve ser construída, mas sim ao que ela deve atender para ter o desempenho desejado (mínimo, intermediário ou superior), independentemente de seu sistema construtivo (BERTINI; MARTINS; THOMAZ, 2013).

A utilização de *containers* nas habitações exige adaptações termoacústicas, já que, caso não se tenha esse isolamento térmico e acústico, a vivência no interior desses espaços será desconfortável (SOTELLO, 2012). O conforto térmico é de fundamental importância para a satisfação do usuário e, quando um edifício não proporciona conforto em seu interior, há influência direta no consumo energético, considerando que os ocupantes tendem a tomar medidas para torná-lo confortável, alterando com isso suas características construtivas, como um melhor isolamento (ROAF; CRICHTON; NICOL, 2009).

É possível afirmar que, no que se refere ao conforto térmico no interior dos *containers*, na maioria dos casos é necessário que o sistema seja complementado por um isolamento térmico representado pela cobertura com telhado verde, utilização de pintura ou sistema de

refrigeração como ar condicionado, porque a chapa metálica da qual é constituído não consegue atender a esses quesitos. Essas intervenções visando à melhora do conforto térmico, contudo, acabam refletindo no seu custo (TEIXEIRA, 2014).

O conforto acústico só existe quando se tem um esforço fisiológico em relação ao som para a realização de uma determinada tarefa. Um ambiente confortável proporciona bem-estar quando as necessidades dos habitantes são atendidas. Deve-se ter em vista que as principais variáveis do conforto acústico são o entorno (tráfego), a arquitetura, o clima (ventilação, pluviosidade) e a orientação/implantação (materiais, mobiliário) (VIANNA; RAMOS, 2005).

O objetivo final da NBR 15.575 é atender às necessidades dos usuários, que podem ser entendidas pelos seguintes aspectos: (a) segurança (segurança estrutural, contra fogo, no uso e na operação); (b) habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade, acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico); e (c) sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental) (BERTINI; MARTINS; THOMAZ, 2013). Ainda de acordo com Bertini, Martins e Thomas (2013), o escopo de aplicação dessa norma está dividido em 6 partes, conforme pode ser visualizado nas informações do Quadro 4.

Quadro 4: Escopo das seis etapas de aplicação da NBR 15.575

|   |   |
|---|---|
| <b>Parte 1<br/>Requisitos<br/>Gerais</b>    | com caráter de orientação geral, funciona como um índice de referência remetendo, sempre que possível, as partes específicas (estrutura, pisos, vedações verticais, coberturas e sistemas hidrossanitários). Também traz aspectos de natureza geral e critérios que envolvem a norma. Nela são apresentados o conceito de vida útil do projeto, definição de responsabilidades e parâmetros de desempenho mínimo (compulsório), intermediário e superior.   |
| <b>Parte 2<br/>Sistemas<br/>Estruturais</b> | trata dos requisitos para os sistemas estruturais de edificações habitacionais. Estabelece quais são os critérios de estabilidade e resistência do imóvel, indicando, inclusive, métodos para medir quais os tipos de impacto que a estrutura deve suportar sem que apresente falhas ou rachaduras.   |
| <b>Parte 3<br/>Sistemas de Piso</b>         | normatiza os sistemas de pisos internos e externos. Definição do sistema de pisos como a combinação de diversos elementos, o que inclui o contrapiso, e não somente a camada de revestimento ou acabamento. Define o coeficiente de atrito e resistência ao escorregamento. O escorregamento é um decréscimo intenso e rápido no valor do coeficiente de atrito entre o corpo em movimento e a superfície de apoio. O coeficiente de atrito, por sua vez, é uma propriedade intrínseca da interface dos materiais que estão em contato. |
| <b>Parte 4<br/>Vedações<br/>Verticais</b>   | refere-se aos requisitos como estanqueidade ao ar, a água, a rajadas de ventos e ao conforto acústico e térmico, a serem atendidos pelos sistemas de vedação vertical em uma edificação (basicamente o conjunto de paredes e esquadrias - portas, janelas e fachadas). Exige a adequação de critérios relativos ao desempenho estrutural e a inclusão dos critérios relativos a segurança ao fogo. Em relação ao desempenho estrutural, define quais os critérios aplicáveis ao estado limite último de resistência do material.        |
| <b>Parte 5<br/>Coberturas</b>               | os requisitos a serem atendidos pelo sistema de cobertura, ou seja, pelo conjunto de componentes dispostos no topo da construção com a função de assegurar estanqueidade as águas pluviais e salubridade, proteger os demais sistemas da  |

|  |   |
|--|---|
|  | edificação da deterioração por agentes naturais, e contribuir para o conforto termo acústico da habitação. Fazem parte dos sistemas de cobertura elementos como lajes, telhados, forros, além de calhas e rufos.  |
| <b>Parte 6<br/>Sistemas<br/>Hidrossanitários</b> | estabelece requisitos para os sistemas prediais de água fria e de água quente, de esgoto sanitário e ventilação, além dos sistemas prediais de águas pluviais. O texto explora conceitos como a durabilidade dos sistemas, a previsão e antecipação de critérios para a manutenção da edificação e suas partes, bem como o funcionamento dos sistemas hidrossanitários. O texto também traz considerações sobre a separação física dos sistemas de água fria potável e não potável, em consonância com as tendências atuais de reuso de água. |

Fonte: Adaptado pelo autor de Perfeito (2017).

## 2.10 AVALIAÇÃO DO CUSTO DO CICLO DE VIDA

De acordo com Brown e Yanuck (1985), o Custo do Ciclo de Vida ou Life-Cycle Cost Analysis (LCCA) pode ser definido como um método de calcular o custo total da propriedade durante toda a vida útil de um ativo. Nesse conceito, os autores consideram, além do custo inicial, todos os demais custos subsequentes esperados, assim como o valor residual e quaisquer outros benefícios quantificáveis. Dessa forma, pode-se dizer que a técnica do LCCA é utilizada quando existir a necessidade de uma decisão sobre a compra de um ativo que apresentará relevantes custos de operação e de manutenção durante sua vida útil.

Montes (2016) afirma que a Análise do Custo do Ciclo de Vida é um método econômico de avaliação de projetos, que leva em consideração todos os custos das fases do ciclo de vida de uma edificação, como a construção, a operação, a manutenção e o final da vida, sendo especialmente indicado para avaliação de alternativas de projetos de edifícios com diferentes opções (BSI, 2008; GUIDANCE, 2005; SCHADE, 2003).

Para Yoshitake (1995), os custos de operação e manutenção ao longo da vida de um edifício excedem em muito os custos iniciais, e é justamente por esse motivo que esses custos devem ser considerados no processo decisório. Nesse sentido, sob o ponto de vista econômico, é preferível pagar um alto custo inicial, porém incorrer em menores custos posteriores, em função de manter a propriedade de um ativo qualquer. Diante disso, esse método pode ser aplicado para a tomada de decisão com a comparação entre possíveis projetos de edificações, para a determinação de poupanças em energia ou água com *retrofit* de edificações, para a determinação de formas mais econômicas de alcançar alvos de energia ou determinação de tamanhos adequados de sistemas de edificações, dentre outros (GUIDANCE, 2005).

Moreira Neto (2018) explica que embora o LCCA possua uma boa flexibilidade de aplicações, seu histórico demonstra restrições na área operacional dentro das empresas. Segundo o autor, a literatura aponta que entre 70 e 90% dos custos totais do ciclo de vida são

definidos ainda na fase do projeto (BESCHERER, 2005; LINDHOLM; SUOMALA, 2007), e isso fez com que essa ferramenta se concentrasse quase que exclusivamente dentro dessa área de conhecimento. Kayrbekova e Markeset (2011) apresentam outra limitação do LCCA, afirmando que o método é difícil de ser aplicado devido à necessidade de uma grande quantidade de dados e da incerteza inerente aos resultados. Para Higham, Fortune e James (2015), o LCCA ainda é pouco utilizado, devido ao baixo conhecimento dos profissionais, pela falta de confiabilidade dos dados em longo prazo e pela existência de uma cultura de apenas se acompanhar o início do ciclo de vida do produto, abandonando a ferramenta no resto de seu uso ou funcionamento.

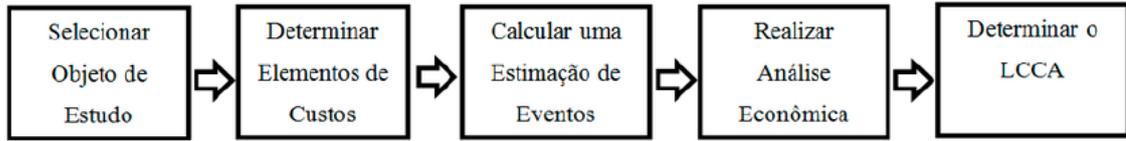
A ISO 15686-5 é uma norma internacional que trata de uma metodologia de custos no ciclo de vida em edificações, mostrando os princípios da metodologia e da definição de termos, que faz parte da série ISO 15686 “Buildings and constructed assets – Service life planning”. De acordo com Montes (2016), há algumas normas, iniciativas e programas disponíveis para introdução do conceito de LCCA nas primeiras etapas de projeto das edificações. As normas da ASTM em economia para edifícios e, em especial, a E917, atualizada em 2013, “Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems”, contêm documentos para avaliar o desempenho econômico dos investimentos nos edifícios.

## 2.11 METODOLOGIA DA ANÁLISE DO CUSTO DE CICLO DE VIDA

De acordo com Moreira Neto (2018), a ferramenta LCCA mostra-se de grande importância para as corporações, pois, se bem aplicada, pode ajudar substancialmente na previsão orçamentária de todo o ciclo de um negócio. A metodologia do LCCA apresenta uma flexibilidade que permite moldar-se o método de acordo com a necessidade, porém, essa mesma flexibilidade impede muitas vezes de se estabelecer uma metodologia prática que defina com poucas etapas sua implantação (MOREIRA NETO, 2018).

Sendo assim, embora exista a possibilidade de diferenças na aplicação do método de aplicação das técnicas sobre o LCCA, é possível de se definir uma estrutura básica, que seja geral, esta metodologia para a aplicação do LCCA pode ser visualizada em forma de diagrama na Figura 12.

Figura 12: Etapas para Aplicação Prática do LCCA na Gestão de Ativos



Fonte: Moreira Neto (2018).

Segundo Moreira Neto (2018), apesar de variações encontradas na literatura para as definições dos elementos de custos, da forma para o cálculo econômico e da estimativa de eventos, os conceitos gerais são preservados. A primeira etapa é a definição do objeto de estudo, determinando-se qual o ativo que é relevante para aplicação da análise financeira. Esse ativo deve possuir características de desgaste ao longo do tempo ou apresentar defasagens tecnológicas que poderão refletir negativamente no resultado financeiro. Definido o objeto, outras 3 etapas importantes seguem com a aplicação da ferramenta LCCA, conforme pode ser visualizado nas informações do Quadro 5.

Quadro 5: Etapas anteriores à aplicação método

| ETAPAS                        | DESCRIÇÃO   | AUTORES   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Levantamento de custos</b> | Os elementos devem ser significativos em relação às características do ativo. Os valores são determinados com base na utilização de técnicas de estimativas e de otimização que são combinadas entre si, de acordo com a natureza do problema em questão e com as necessidades e objetivos de análise. Quatro categorias de custos a serem consideradas na indústria, a depender da área de atuação: (i) pesquisa e desenvolvimento; (ii) construção e instalação; (iii) operação; manutenção; e (iv) descarte.   | Brick e Pilla (2004); Barringer et al. (1995); Kayrbekova e Markeset (2011); Seif e Rabbani (2014). |
| <b>Estimativa de eventos</b>  | Estimativa para ocorrência de eventos de falhas. A técnica utilizada para se prever o comportamento de vida ao longo do tempo deve ser confiável o suficiente para se balizar uma estratégia financeira. O comportamento do ativo pode ser mais ou menos previsível, dependendo do equipamento em questão. Dentro destes elementos de custos, três maneiras diferentes para estimá-los: (i) estimativa através de procedimentos de engenharia; (ii) estimativa por métodos ou analogia; e (iii) método de estimativa paramétrica.   | Blanchard e Fabrycky (1991); Emblemsvåg (2001); Korpi e Alarisku (2008); Woodward (1997).           |
| <b>Análise Econômica</b>      | Realizar uma correção financeira, de modo a temporalizar os valores futuros ao momento atual. A escolha do método para avaliação econômica deve ser aderente à visão que foi determinada no estudo. Como existem diversas técnicas dentro da engenharia econômica, deve-se escolher a que melhor representa a realidade da aplicação (projeto ou manutenção). O LCC considera os custos futuros, o valor temporal do dinheiro e ambos precisam ser contabilizados nos cálculos. É recomendável aplicar os fluxos de caixa futuros, descontados do valor presente, especialmente quando a vida do ativo é longa. Marques (2009) propõe uma análise multicritérios. | Blanchard e Fabrycky (1991); Korpi e Alarisku (2008).   |

Fonte: Adaptado pelo Autor de Moreira Neto (2018).

Na sequência, chega-se à etapa de determinação do LCCA. Conforme informa Moreira Neto (2018), o resultado obtido pelo LCCA na Gestão de Ativos apresenta-se como um fluxo de caixa, gráficos de custos acumulados ou planilhas financeiras, sendo que o modo de apresentação dos resultados dependerá do público para o qual devem ser apresentados.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A classificação da pesquisa foi organizada de acordo com o exposto por Silva e Menezes (2005), os quais abordam-na sob o ponto de vista da natureza, da forma de abordagem do problema, dos seus objetivos e dos procedimentos técnicos.

Essa pesquisa classifica-se, do ponto de vista da natureza, de acordo com Silva e Menezes (2005), como aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Nesse sentido, a pesquisa busca apresentar uma solução ao problema do déficit habitacional com moradias populares de baixo custo utilizando *casas-container*.

Por sua vez, do ponto de vista da forma de abordagem do problema, esta pesquisa é quantitativa. Foram elaborados projetos que visem a tornar confortável, de acordo com as normas de desempenho, uma habitação em *casa-container* e a análise da viabilidade econômica no seu ciclo de vida.

Sob o ponto de vista dos seus objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, pois envolve pesquisa bibliográfica e a análise de exemplos que auxiliam na sua compreensão. O objetivo principal da pesquisa exploratória é o de descrever ou caracterizar a natureza das variáveis que se quer conhecer. Buscou-se realizar-se uma pesquisa bibliográfica com enfoque na construção de edificações que utilizam *containers*.

Quanto ao ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada como estudo de caso (GIL, 2002), pois envolve o estudo de projetos-piloto de *casas-container* e casas convencionais.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Os *containers* marítimos possuem diversas dimensões. Os mais utilizados no transporte de cargas marítimas possuem 6,1 metros e 12,2 metros de comprimento, ambos com largura de 2,44 metros e 2,6 metros de altura. Esses recipientes, quando modificados, podem transformar-se em habitações, tendo em vista que as normas de construção consideram adequada a altura mínima de 2,4 metros do piso ao teto para residências.

Os *containers* possuem nomes comerciais de 20 HC e 40 HC, sendo o primeiro correspondente ao *container* de 6 metros de comprimento e o segundo ao de 12 metros de

comprimento. O *container* é constituído de metal com aço patinável, que apresenta elevada resistência à corrosão, possui piso marítimo (um assoalho de madeira tratada sob a chapa de metal), parede metálica nas laterais de maior comprimento fixa e paredes nas extremidades que possuem aberturas. Nos quatro cantos, é constituído por uma estrutura em cantoneira de aço, trabalhando como pilares, e nos quatro cantos superiores internos possuem vigas responsáveis por unir as laterais e suportar o peso dos demais *containers*.

Figura 13: Medidas padrão *containers* 20 e 40HC.

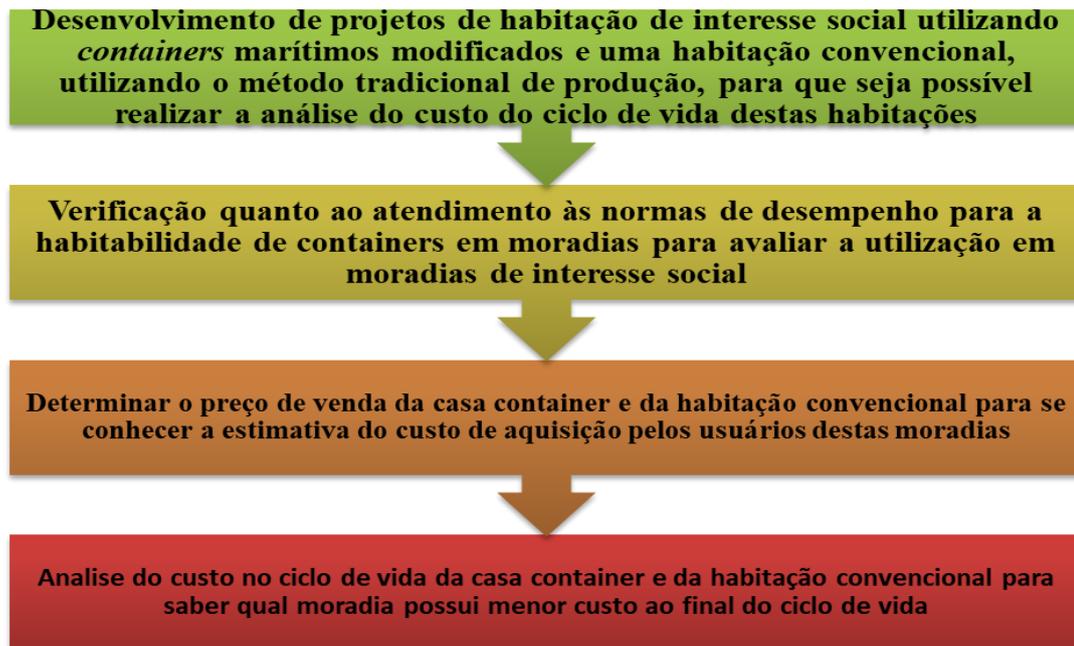


Fonte: Habitíssimo (2015).

### 3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento metodológico foi desenvolvido em uma estrutura de etapas e fases, abaixo descritas, observando a mesma sequência dos objetivos específicos.

Figura 14: Procedimento metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

### 3.3.1 Desenvolvimento dos projetos de habitação de interesse social utilizando *containers* marítimos modificados e uma habitação convencional utilizando o método tradicional de produção

O plano diretor das cidades enquadra as casas-*container* como moradias populares em estruturas metálicas. A estrutura do *container* engloba a dimensão em área que será desenvolvida o projeto da casa. Com base nessas dimensões foi elaborado o projeto de casa-*container* conforme as necessidades do usuário que irá habitar.

Inicialmente, antes de se elaborar o projeto da edificação no sistema de construção de casas-*container*, também foram realizados o planejamento e o estudo preliminar. Na etapa de planejamento, o foco da pesquisa foi o desenvolvimento dos projetos necessários e a tomada de medidas para estar de acordo com o projeto antes, durante e pós-construção.

Além disso, foram desenvolvidos projetos que atendem à Norma de Desempenho, utilizando as medidas padrão do *container* de 40 pés (12,2 metros de comprimento x 2,44 metros de largura).

Foi realizado o planejamento da chegada do *container* na obra, sua disposição no terreno e localização quanto à orientação solar. Os ambientes foram projetados de forma a cumprir as áreas mínimas descritas na Norma de Desempenho 15.575. A disposição das aberturas foi desenvolvida no projeto arquitetônico, tendo em vista que são responsáveis pela

ventilação e pelo sombreamento, interferindo no desempenho térmico da edificação. Na realização do projeto arquitetônico, foram apresentadas soluções que proporcionam uma redução de consumo de energia elétrica, de modo que se crie uma interação entre os ambientes, permitindo iluminação natural durante o dia e correntes de ar que diminuam o uso de ar condicionado.

Antes de se realizar a modificação de um *container* marítimo em uma edificação, é necessária a realização de um conjunto de projetos – arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário –, por meio dos quais são planejados, sobre a estrutura do *container*, critérios de edificação que obedeçam às disposições da Norma de Desempenho NBR ABNT 15.575 e que proporcionem condições de habitabilidade aos usuários (CAUBR, 2015).

Foram desenvolvidos projetos arquitetônicos tanto para a casa-*container* quanto para a casa convencional, satisfazendo os requisitos e objetivo da Norma de Desempenho NBR 15.575, garantindo, dessa forma, que seja possível proporcionar o conforto adequado ao usuário. No projeto arquitetônico, foi realizada uma estimativa das dimensões da obra, a área construída e o volume de construção gerado. Por fim, também foram desenvolvidos os projetos de fundação, elétrico, hidrossanitário e de interiores.

Como auxílio para o desenvolvimento dos projetos, foram utilizados os *softwares* Excel, AutoCad, Sketchup e Lumion.

O projeto elétrico e o projeto hidrossanitário foram realizados seguindo o mesmo procedimento utilizado para uma construção convencional, ou seja, dimensionados com instalações embutidas nas paredes, internamente ao revestimento em gesso e juntamente com os sistemas de isolamento. A partir disso, foi feita a integração dos projetos de fundação, arquitetônico, elétrico e hidrossanitário, por meio de uma compatibilização de todos os projetos para a construção de uma casa-*container*.

Do mesmo modo pelo qual foram elaborados os projetos para o sistema da casa-*container*, foram desenvolvidos os projetos para uma casa de alvenaria, no sistema convencional de produção, possuindo inclusive a mesma área da edificação em *container*. Ambos os projetos foram comparados quanto ao conforto termo acústico em análise no *software* Domus Procel Edifica e também na realização de orçamentos e, dessa forma, possibilitar a verificação dos resultados para conforto interno em cada uma das edificações e o custo de produção dos sistemas construtivos.

### **3.3.2 Avaliação quanto a utilização de containers em moradias de interesse social com relação ao atendimento às normas de desempenho para a habitabilidade através de softwares de conforto.**

A Norma de Desempenho NBR 15.575 foi empregada para verificar se a edificação em *container* possui condições de habitabilidade nos quesitos desempenho térmico, acústico, lumínico, acessibilidade e condições de higiene.

A *casa-container* foi projetada para oferecer ao usuário que irá habitá-la o mesmo conforto de uma residência construída no sistema convencional, com todos os quesitos exigidos pela Norma de Desempenho.

Atendendo à Norma de Desempenho, a *casa-container* deve conter eficiente estanqueidade à água, razão pela qual será avaliada a capacidade dos materiais empregados em reter as fontes de umidade externas ao sistema. Para que isso ocorra, realizam-se algumas medidas, como a conferência das faces externas do sistema, observando-se se não há partes corroídas na estrutura do *container* que possibilite a entrada de água. A parte superior deve ser impermeabilizada com manta asfáltica, observando um desnível para evitar que se acumule água.

No que se refere ao desempenho térmico, a Norma de Desempenho NBR 15.575 prevê que internamente a edificação deve ter condições melhores ou iguais ao ambiente externo, à sombra, num dia típico de verão. Assim, foram levantadas informações de necessidade de adequações para que o *container* tenha a sua parte interna revestida por materiais que realizem o isolamento térmico do ambiente interno, não permitindo que a temperatura interna seja desconfortável aos habitantes. Lãs minerais, como lãs de rocha e lãs de vidro, são importantes isolantes térmicos e acústicos. Esses materiais foram avaliados para a utilização na melhora do isolamento térmico do ambiente interno.

Conforme a Norma de Desempenho NBR 15.575 determina, também se deve propiciar condições mínimas de desempenho acústico no interior da edificação quanto a ruídos de impacto. Dessa forma, realizou-se o levantamento de informações quanto ao isolamento dos ambientes externos com os internos e quanto a ruídos externos aéreos. O *container* teve sua parte interna revestida com materiais que garantem o isolamento acústico do ambiente. Alguns desses materiais também conferem isolamento térmico do ambiente, como a lã de vidro, a lã de rocha, a vermiculita, as espumas elastoméricas, dentre outros materiais.

Quanto ao desempenho lumínico, durante o dia, as dependências devem receber iluminação natural conveniente, de forma a diminuir-se o consumo de energia elétrica. No

desenvolvimento do projeto da casa-*container*, os ambientes foram definidos possuindo janelas e os espaços dimensionados para que as janelas se localizassem em pontos estratégicos, que auxiliam tanto no desempenho lumínico como no térmico, fazendo com que se tenha, no verão, uma corrente de ar que passe pelo ambiente, e, no inverno, essas mesmas janelas fechadas permitam que o sol aqueça o ambiente interno.

O objetivo é proporcionar conforto para habitar, atendendo aos itens da Norma de Desempenho que visam também à melhora da qualidade de vida do habitante da edificação. Sendo assim, ao ser projetada, a casa-*container* oferece um *layout* adequado quanto à posição de janelas, portas e ao tamanho dos cômodos. No projeto, estão especificados os materiais a serem empregados, de tal forma que confirmam um funcionamento adequado para o conforto interno na residência.

Para certificar-se da correlação do planejado em projeto aplicado no uso da habitação em *container*, avaliou-se o conforto ambiental no interior de uma habitação em *container* através de *softwares* de conforto. O *software* utilizado foi o Domus Procel Edifica e, com os resultados obtidos, verificou-se os dados quanto às condições da temperatura e umidade, interna e externa de uma edificação em *container* em períodos típicos de inverno e verão. Os resultados obtidos no *software* foram confrontados com os resultados de uma construção no sistema convencional, com a mesma área da edificação em *container*, verificando, dessa forma, o desempenho de cada um dos sistemas.

### **3.3.3 Determinação do preço de venda da casa-*container* e da habitação convencional para se conhecer a estimativa de aquisição pelos usuários destas moradias**

O custo de fabricação de casas-*container* foi obtido por meio da realização de orçamentos, que resultam em planilhas eletrônicas desenvolvidas no *software* Excel. As planilhas foram preenchidas inicialmente com o levantamento dos custos de cada material para a construção de casas-*container* e de casas convencionais, em lojas de materiais de construção.

Com o custo da mão de obra do sistema construtivo, aliado às quantidades e aos custos dos materiais empregados, tem-se praticamente o custo da obra. Com uma redução na quantidade de materiais empregados para um sistema construtivo, ou então com sua substituição por outros que não sejam mais aproveitados, como é o caso dos *containers*, foi possível de se verificar se está sendo gerada uma economia no processo construtivo.

A mão de obra simulada considera uma admissão mediante contrato de profissional autônomo, a preços médios praticados na cidade de Passo Fundo /RS, conforme indicado pelo Sindicato da Construção Civil de Passo Fundo.

A análise da pesquisa consistiu em verificar a forma de se obter uma obra econômica e sustentável, gerando um produto final com qualidade pelo menor custo. A quantidade de material empregado tem influência direta no custo final da edificação, bem como a qualidade do material utilizado na construção.

Para a construção tanto da casa-*container* quanto da casa convencional, o cliente interessado deve realizar a contratação de uma empresa construtora responsável por construir a edificação. A empresa construtora será responsável por todos os custos indiretos (administração do local), despesas, impostos e lucro operacional correspondente à obra. Em razão disso, tanto no sistema convencional quanto no sistema de casas *container* foi acrescido um valor de 40% no valor total do orçamento, conforme o mercado de Passo Fundo.

### **3.3.4 Análise do custo no ciclo de vida de habitações em *containers* marítimos modificados e de casas convencionais para saber qual moradia possui menor custo ao final do ciclo de vida**

Foi realizada uma análise de viabilidade econômica para se verificar, num ciclo de vida de 50 anos, qual dos sistemas torna-se mais viável economicamente, com base na manutenção. Foram verificados os gastos para a manutenção de ambos os sistemas construtivos, tanto para a construção convencional quanto para a casa-*container*. As análises de viabilidade foram feitas por meio de planilhas eletrônicas no *software* Excel.

Por meio de um estudo acerca do processo construtivo da casa-*container* e da casa convencional, foi verificado quantas vezes é necessário realizar a substituição dos materiais da superfície de cada um dos sistemas construtivos. Os materiais que compõem a superfície da casa-*container* considerados são tinta acrílica fosca, massa corrida, placa de gesso *drywall*, lâ de vidro, lâmina de alumínio e tinta esmalte antiferrugem. Os materiais que compõem a casa convencional considerados são tinta acrílica fosca, massa corrida, selador, reboco interno, bloco cerâmico, reboco externo e selador.

De cada material que constitui a superfície da parte interna e da parte externa de ambos os sistemas, será analisada, conforme os dados técnicos dos fabricantes, a vida útil desses materiais, de acordo com o ambiente em que está inserida a construção dos sistemas e, dessa forma, se realizar a substituição de cada material no tempo adequado. A partir disso,

tem-se, para cada sistema construtivo, a quantidade de aplicações necessárias no período de 50 anos.

Para verificar a validade do tempo em que seria necessário realizar a troca de materiais da superfície dos sistemas construtivos, foram realizados três cenários de análises de tempo do ciclo de vida útil de cada material que compõe ambos os sistemas. Os três cenários analisado são o tempo padrão, o tempo intermediário e o tempo máximo. No tempo padrão, durante os 50 anos de ciclo de vida, haverá maior reaplicação de cada material que constitui a superfície dos sistemas construtivos em relação ao tempo intermediário e ao tempo máximo.

Ao final do trabalho, foi obtido um valor final de custo de manutenção para cada sistema construtivo, que, somado ao valor de construção do sistema construtivo, resulta no valor total ao final de 50 anos para cada tempo. Assim, é possível comparar no tempo conservador, superior e máximo se a casa-*container* ou a casa convencional é o sistema economicamente mais viável.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados e as discussões do presente estudo. Primeiramente, é apresentada uma avaliação da utilização de *containers* como moradias de interesse social no atendimento às normas de conforto para habitação. Posteriormente, foram realizados os ensaios em *softwares* computacionais, a fim de comprovar que o modelo arquitetônico de uma casa-*container* pode atender ao conforto dos usuários.

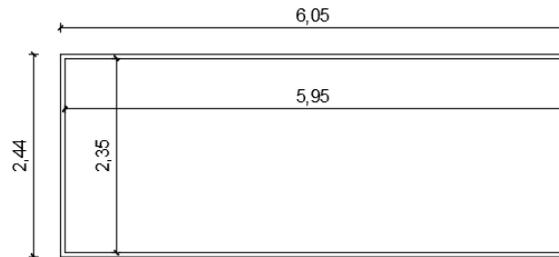
### 4.1 DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL UTILIZANDO *CONTAINERS* MARÍTIMOS MODIFICADOS E UMA HABITAÇÃO CONVENCIONAL PADRÃO UTILIZANDO O MÉTODO TRADICIONAL DE PRODUÇÃO

#### 4.1.1 Casas-*container*

Conforme apresentado no método da pesquisa, no item de caracterização do objeto de estudo, o *container* 20HC possui medidas externas de 6,05 metros de comprimento na face externa por 2,44 metros de largura, e na face interna 5,95 metros por 2,35 metros. O *container* 40HC possui medidas externas de 12,19 metros de comprimento na face externa por 2,44 metros de largura, na face interna 12,02 metros por 2,35 metros, conforme as Figuras 15 e 16.

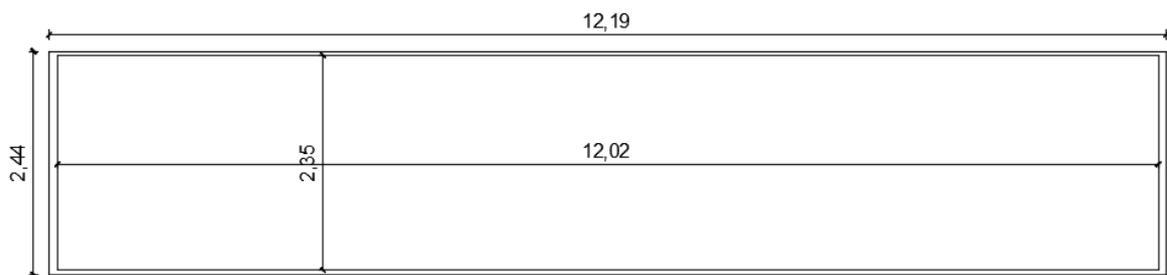
A utilização desses recipientes na construção civil está se tornando cada vez mais habitual, seja como depósito de materiais, como adaptado para moradias de funcionários, escritórios e casas construídas com um ou mais *containers* de diferentes tamanhos e posições, conforme os projetos elaborados por profissionais de arquitetura ou engenharia civil.

Figura 15: Dimensões internas e externas *containers* 20 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 16: Dimensões internas e externas *containers* 40 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A crescente utilização desse material deve-se à elevada qualidade do material com que são fabricados, já que inicialmente devem suportar cargas de transporte marítimo, com paredes de elevada resistência a intempéries e vigas internas enrijecidas que têm por função suportar o peso de outros *containers* quando carregados.

Com o material que os *containers* são constituídos, tem-se uma construção sustentável, visto que uma obra com a utilização de *containers* substitui a utilização de materiais de construção que, ao serem fabricados, geram impactos ao meio ambiente, como é o caso da fabricação do cimento. Uma casa em *container* reduz completamente o consumo de cimento, areia, brita e ferro utilizados para formar a estrutura em concreto armado de uma habitação, fazendo com que, além de se ter um ganho econômico, também seja sustentável.

#### 4.1.1.1 Projetos em container

Antes de se elaborar o projeto da edificação em casas *containers*, é realizado estudo preliminar quanto ao tamanho da edificação que será construída. O projeto com o uso de *containers* permite que se construa desde uma casa-*container* com um recipiente de 20HC, de 14,75m<sup>2</sup>, com um *container* de 40HC, gerando uma habitação em *container* com 29,75m<sup>2</sup>, até um tamanho ilimitado, com a união de outros *containers*.

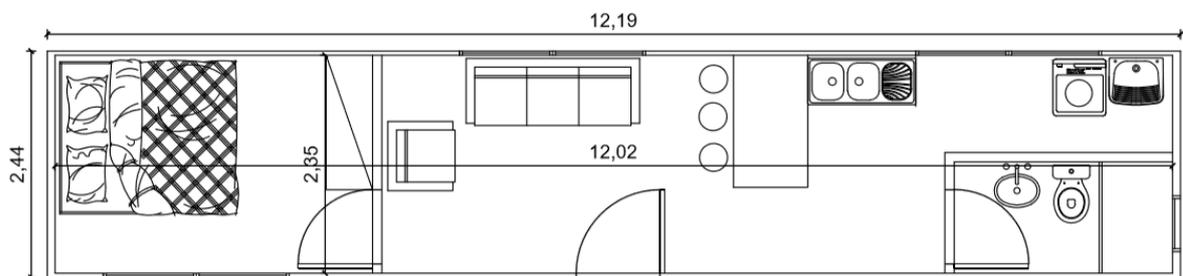
Delimitado o tamanho da habitação, sabe-se assim o tamanho do *container* marítimo a ser utilizado. Com essa informação, faz-se o estudo das características do terreno: as dimensões, o relevo, a existência de vegetação no local em que será posicionado, tendo em vista a localização quanto à orientação solar, dentre outras.

Foram desenvolvidos dois modelos de projeto arquitetônico para cada tamanho de *container* (20 HC e 40 HC). Em todos os modelos de projeto, atendeu-se à norma de desempenho e às estratégias de condicionamento térmico e acústico. A disposição das aberturas, portas e janelas, em todos os projetos, possibilita que se tenha uma iluminação interna natural, que o ambiente seja aquecido por raios solares e que se mantenha calor nos dias frios e em dias quentes, com a abertura das janelas se tenha uma ventilação cruzada, reduzindo, assim, o consumo de energia elétrica em aparelhos de climatização.

#### 4.1.1.2 Projeto arquitetônico com *container* de 40 pés (12m)

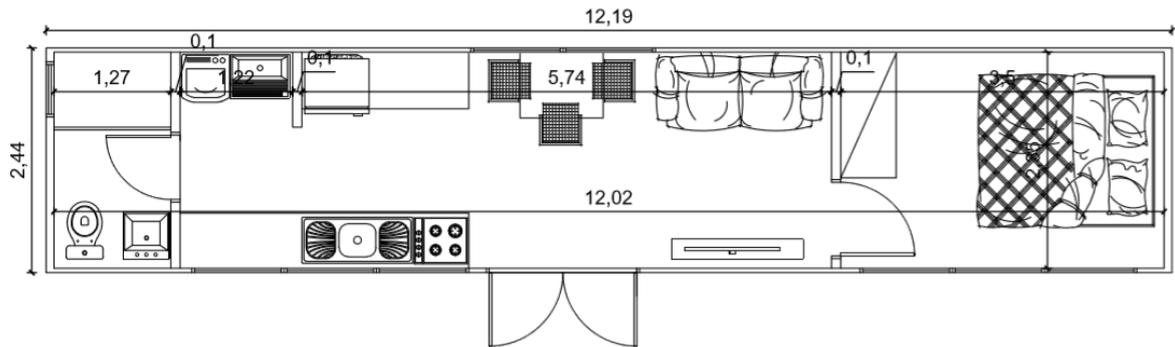
O projeto de habitação social com um *container* de 12,19 metros de comprimento por 2,44 metros de largura possui uma área de aproximadamente 30m<sup>2</sup>. Nesse projeto arquitetônico, foi possível fazer a separação dos cômodos, com um dormitório de casal em uma extremidade, na parte central a sala e a cozinha e, na outra extremidade, o banheiro e a lavanderia.

Figura 17: Projeto com *containers* 40 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 18: Projeto com *containers* 40 pés.

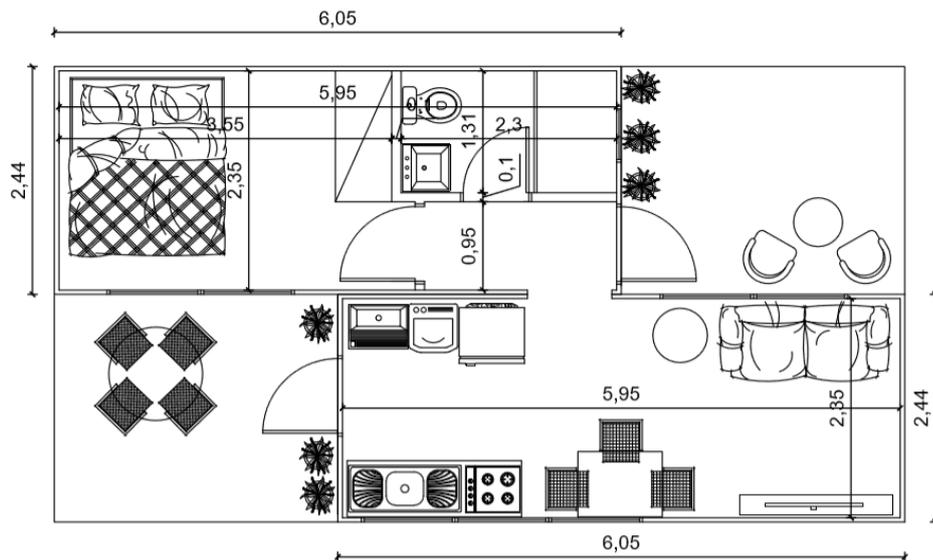


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.1.1.3 Projeto arquitetônico com dois *containers* de 20pés

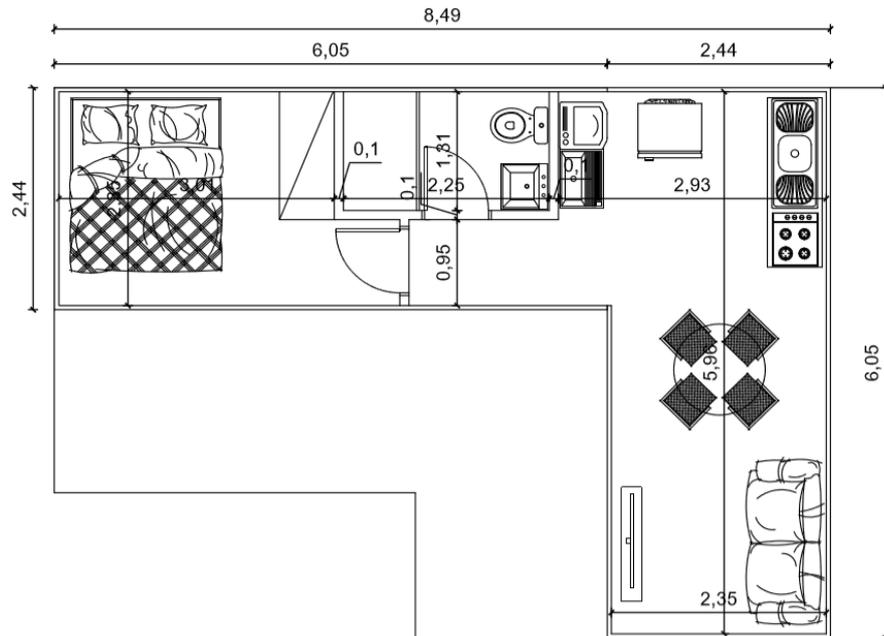
O projeto com dois *containers* de 20HC forma uma área de aproximadamente 30m<sup>2</sup>. Nesse projeto arquitetônico, são dispostos dois *containers* de duas diferentes formas, criando, assim, divisões de ambientes com as próprias paredes dos recipientes.

Figura 19: Projeto com *containers* 20 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 20: Projeto com *containers* 20 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

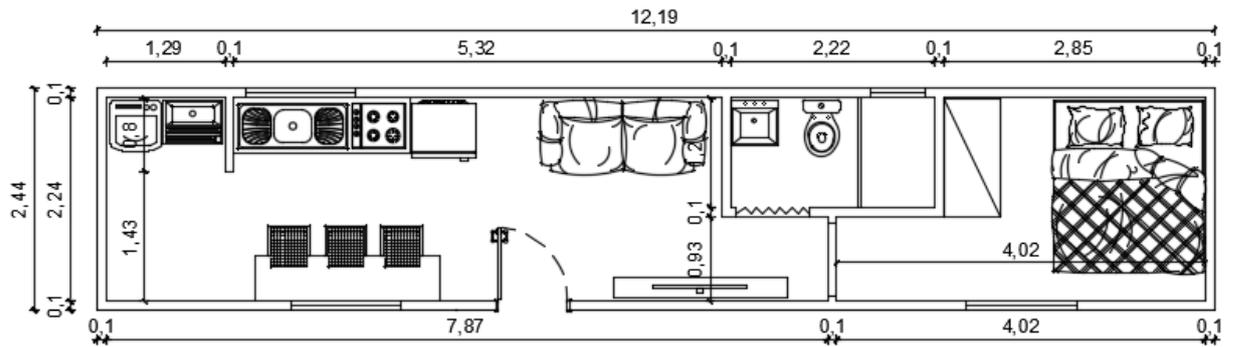
#### 4.1.1.4 Projeto a ser aplicado

O projeto da Figura 18 é o projeto principal deste estudo, no qual foram desenvolvidos, além desse projeto arquitetônico, os desenhos em 3D, as simulações de conforto térmico e acústico em *softwares*, o projeto elétrico, hidrossanitário e orçamentos, analisando a viabilidade de construção desta edificação frente a uma construção convencional.

##### 4.1.1.4.1 Projeto arquitetônico-piloto

O projeto arquitetônico e os desenhos em 3D são demonstrados a seguir da Figura 21 à Figura 26. Pela representação do projeto arquitetônico, pode-se observar que, na extremidade direita, localiza-se o quarto de casal, na extremidade esquerda está a área de serviço, na parte central a cozinha e a sala de estar, com o banheiro social entre o quarto de casal e a sala. No projeto arquitetônico como uma solução para o conforto térmico foi adaptado telhado verde sobre a edificação.

Figura 21: Projeto arquitetônico



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 22: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 23: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 24: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 25: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 26: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.1.1.4.2 Projeto de fundações

O projeto de fundações foi calculado para suportar as cargas da habitação em *container*. No total, foram dimensionados oito blocos de concreto de 20 cm de cada lado e com 80 cm de profundidade, para suportar a carga da habitação em *container* do terreno estudado, sendo que a profundidade varia de acordo com as condições do solo do terreno que será instalado.

#### 4.1.1.4.3 Projeto elétrico

No projeto, elétrico foi dimensionado um único ponto de iluminação para os seguintes ambientes: cozinha, área de serviço, sala de estar, banheiro e dormitório. Os pontos de tomadas foram dimensionados de acordo com a NBR 5410 conforme o perímetro e a área do ambiente. No Quadro 6, pode ser observado o dimensionamento das cargas previstas na habitação em *container*, e, na Figura 27, o projeto elétrico detalhado, com a posição de cada ponto de luz, tomadas e passagem da fiação.

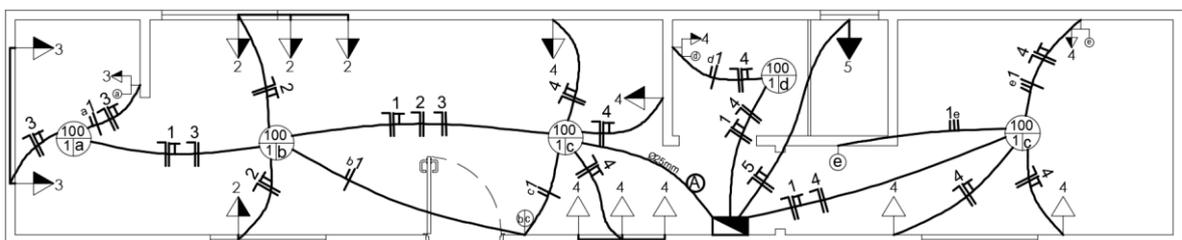
Quadro 6: Projeto elétrico com *containers* 40 pés.

| CIRCUITO NUMERO                | DESCRIÇÃO      | Nº CIRC. AGRUPADOS | ILUM. (W) | TUG'S (W) | TUE'S (W) | FASE A | FASE B | FASE C | CORRENTE PROJ (A) | CORRENTE COR. (A)           | POTENCIA TOTAL | FATOR DE DEMANDA GED13 | DEMANDA (VA) |
|--------------------------------|----------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|-------------------|-----------------------------|----------------|------------------------|--------------|
| 1                              | Iluminação     | 4                  | 500       |           |           |        | 500    |        | 2,27              | 3,50                        | 500            | 0,75                   | 375          |
| 2                              | TUGs cozinha   | 4                  |           | 1900      |           | 1900   |        |        | 8,64              | 13,29                       | 1900           | 0,75                   | 1.425        |
| 3                              | TUGs AS        | 4                  |           | 1800      |           | 1800   |        |        | 8,18              | 12,59                       | 1800           | 0,75                   | 1.350        |
| 4                              | TUGs restantes | 4                  |           | 1400      |           | 1400   |        |        | 6,36              | 9,79                        | 1400           | 0,75                   | 1.050        |
| 5                              | Chuveiro       | 1                  |           |           | 7500      |        | 7500   |        | 34,09             | 34,09                       | 7500           | 1                      | 7.500        |
| CARGA TOTAL INSTALADA EM (W) = |                |                    |           |           |           | 13.100 | 5.100  | 8.000  | 0                 | DEMANDA DO EDIFICAÇÃO (VA)= |                |                        | 11.700       |

| DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO |                   |                        |  |                           |   |   |                                     |
|---------------------------|-------------------|------------------------|--|---------------------------|---|---|-------------------------------------|
| CIRCUITO NUMERO           | CORRENTE PROJ (A) | CORRENTE CORRIGIDA (A) | DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR PELA CAP DE CORRENTE |                           | DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR BITOLA MINIMA | DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR QUEDA DE TENSÃO | BITOLA UTILIZADA (mm <sup>2</sup> ) |
|                           |                   |                        | CONDUTOR (mm <sup>2</sup> )                      | CORRENTE MÁX CONDUTOR (A) |   |   |                                     |
| 1                         | 2,27              | 3,50                   | 1,5  | 17,5                      | 1,5                                       |   | 1,5                                 |
| 2                         | 8,64              | 13,29                  | 1,5  | 17,5                      | 2,5                                       |   | 2,5                                 |
| 3                         | 8,18              | 12,59                  | 1,5  | 17,5                      | 2,5                                       |   | 2,5                                 |
| 4                         | 6,36              | 9,79                   | 1,5  | 17,5                      | 2,5                                       |   | 2,5                                 |
| 5                         | 34,09             | 34,09                  | 6  | 41                        | 2,5                                       |   | 6                                   |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 27: Projeto elétrico com *containers* 40 pés.

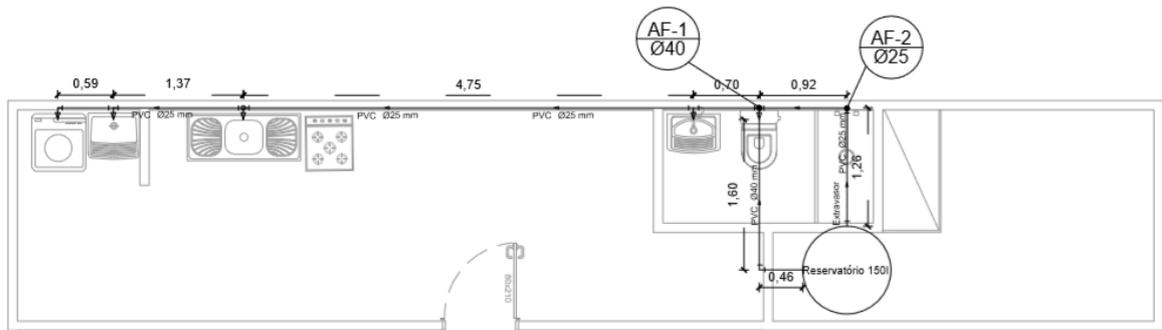


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.1.1.4.4 Projeto Hidrossanitário

No projeto hidrossanitário, foram dimensionados pontos de abastecimento de água no banheiro, na cozinha e na lavanderia. Na Figura 28, apresenta-se o projeto de abastecimento de água, onde pode ser observado que, de acordo com os cálculos do Quadro 7, um reservatório de 150 litros é suficiente para abastecer a habitação em *container*.

Figura 28: Projeto rede de distribuição água fria no *container* de 40 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quadro 7: Projeto hidráulico com *containers* 40 pés

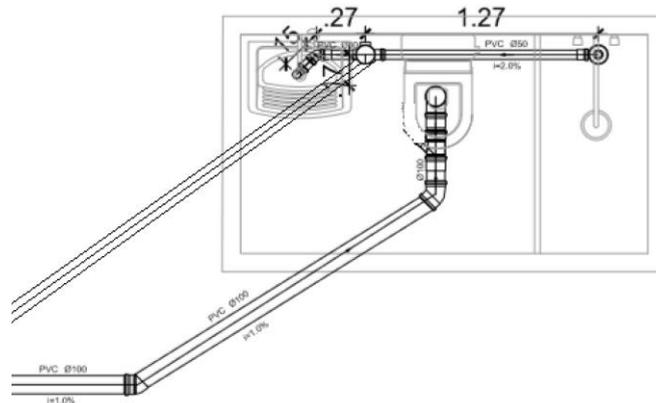
| Experiência de uso    |         |                     |
|-----------------------|---------|---------------------|
| População:            | 2       |                     |
| Consumo:              | 150     | l/dia               |
| Total diário:         | 300     | l/dia               |
| Total mensal:         | 9000    | l/mês               |
| Total mensal:         | 9       | m <sup>3</sup> /mês |
| Alimentador predial   |         |                     |
| Vazão                 | 3,5E-06 | m <sup>3</sup> /s   |
| Velocidade adotada    | 0,6     | m/s                 |
| Diâmetro              | 0,00271 | m                   |
| Diâmetro              | 2,71446 | mm                  |
| Reservatório superior |         |                     |
| Volume                | 120     | l                   |

**Reservatório adotado: 150**

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na Figura 29, tem-se o detalhamento da tubulação de esgoto do banheiro, sendo um tubo de 100mm de uso exclusivo na bacia sanitária e uma tubulação de 50mm para a captação da água do chuveiro e do lavatório.

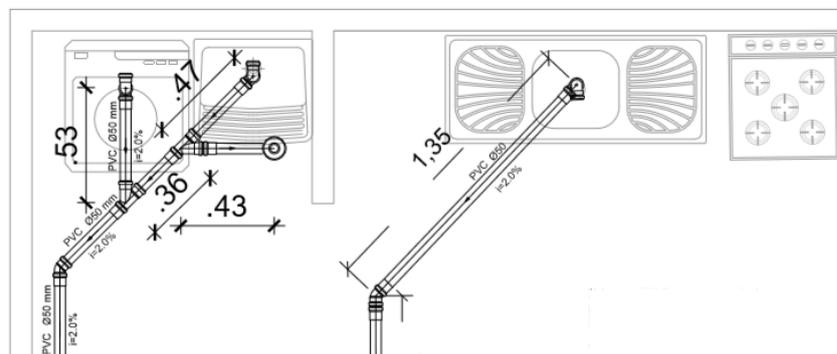
Figura 29: Detalhamento tubulação esgoto banheiro



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A Figura 30 representa o detalhamento da tubulação de 50mm, captando água da lavanderia e da cozinha e encaminhando os efluentes para a caixa de gordura.

Figura 30: Detalhamento tubulação esgoto banheiro e lavatório

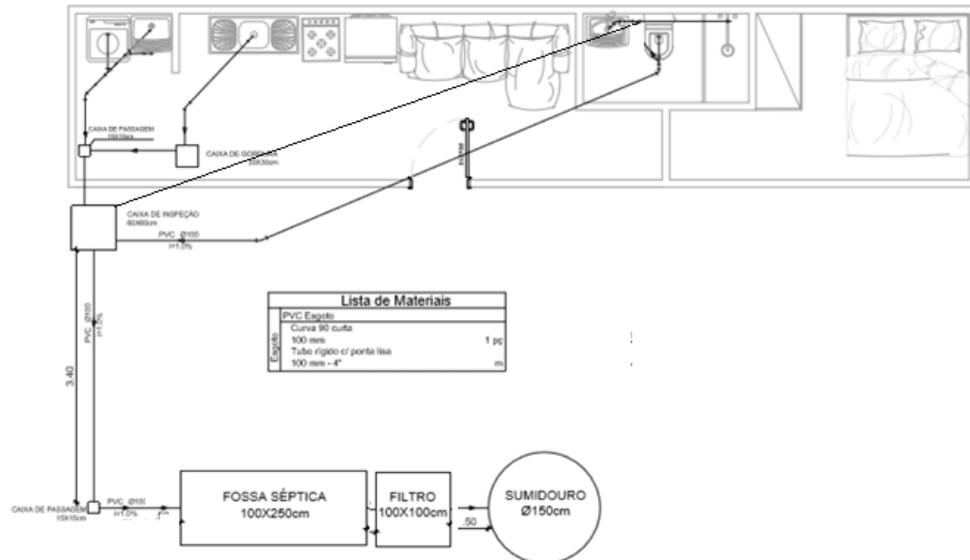


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na Figura 31, tem-se o detalhamento geral da tubulação de esgoto de toda a habitação em *container*. Nessa Figura, é apresentado o destino do esgoto gerado na habitação, sendo que todo o volume de esgoto gerado na cozinha é encaminhado para a caixa de gordura inicialmente, depois passa para a caixa de inspeção, onde desemboca também o esgoto do

banheiro e da lavanderia e, por fim, da caixa de inspeção para o destino final, fossa séptica, filtro e sumidouro.

Figura 31: Projeto esgoto no *container* de 40 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.1.2 Projetos para a construção de uma casa popular convencional

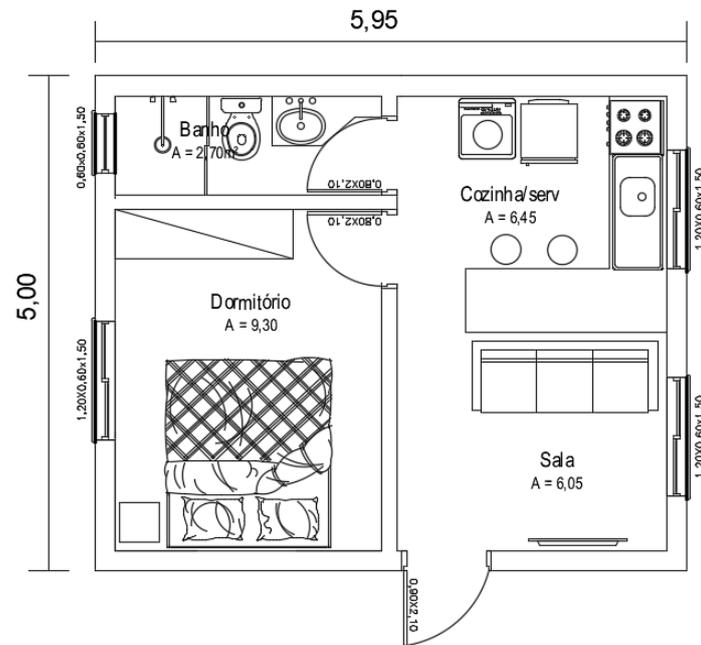
Ao realizar o projeto de uma casa convencional em concreto armado com fechamentos em alvenaria, não se tem uma medida padrão. Ao contrário dos *containers*, essa edificação pode ser construída com as dimensões que se adequem ao terreno e conforme a necessidade das pessoas que irão habitar.

O *container* marítimo de 40HC, conforme projeto arquitetônico da Figura 19, é o projeto principal do presente estudo, possui uma área de 29,74 m<sup>2</sup>, razão pela qual, para realizar a comparação da viabilidade econômica dos dois sistemas construtivos, foi elaborado um projeto de uma casa convencional de 29,74m<sup>2</sup> e, da mesma forma que foi realizado com a edificação em *container*, foram realizados os projetos arquitetônicos, desenhos em 3D, simulações de conforto térmico e acústico, projeto elétrico, hidrossanitário e orçamentos para realizar a comparação com o sistema construído em casa-*container*.

##### 4.1.2.1 Projeto arquitetônico-piloto

O projeto arquitetônico e os desenhos em 3D são demonstrados nas figuras a seguir, com a mesma medida de área do projeto da casa em *container*. Com os mesmos ambientes, foi desenvolvido o projeto arquitetônico da Figura 32 com 5,95m x 5,00m.

Figura 32: Projeto arquitetônico



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 33: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 34: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 35: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 36: Projeto arquitetônico em 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.1.2.2 Projeto de fundações

O projeto de fundações foi calculado para suportar as cargas de uma habitação convencional, com nove sapatas, sendo oito de 40 cm de largura por 40 cm de comprimento e 50 cm de profundidade. A sapata central por concentrar mais cargas será de 50 cm de comprimento por 50 cm de largura e 70 cm de profundidade.

#### 4.1.2.3 Projeto elétrico

No projeto elétrico, foram dimensionados pontos de tomadas de acordo com a NBR 5410 conforme o perímetro e a área do ambiente. Foi dimensionado um ponto de luz para cada ambiente, uma tomada no banheiro, duas tomadas no dormitório e quatro tomadas no ambiente sala e cozinha. Na Figura 37, o projeto elétrico contém detalhamento da posição de cada ponto de luz, tomadas e passagem da fiação.

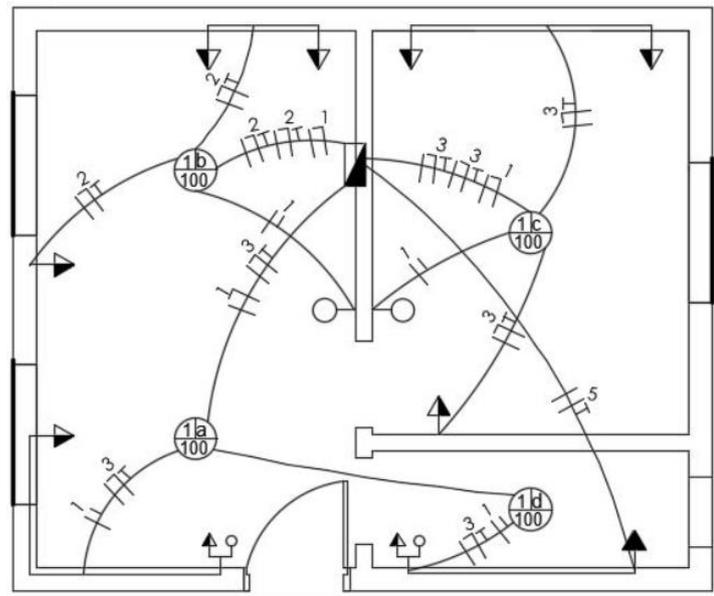
Quadro 8: Projeto elétrico com *containers* 40 pés.

| CIRCUITO NUMERO                              | DESCRIÇÃO      | Nº CIRC. AGRUPADOS | ILUM. (W) | TUG'S (W) | TUE'S (W) | FASE A       | FASE B       | FASE C   | CORRENTE PROJ (A)                  | CORRENTE COR. (A) | POTENCIA TOTAL | FATOR DE DEMANDA GED13 | DEMANDA (VA)  |
|--|----------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|----------|------------------------------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------|
| 1  | Iluminação     | 4                  | 500       |           |           |              | 500          |          | 2,27                               | 3,50              | 500            | 0,75                   | 375           |
| 2  | TUGs cozinha   | 4                  |           | 1900      |           | 1900         |              |          | 8,64                               | 13,29             | 1900           | 0,75                   | 1.425         |
| 3  | TUGs AS        | 4                  |           | 1800      |           | 1800         |              |          | 8,18                               | 12,59             | 1800           | 0,75                   | 1.350         |
| 4  | TUGs restantes | 4                  |           | 1400      |           | 1400         |              |          | 6,36                               | 9,79              | 1400           | 0,75                   | 1.050         |
| 5  | Chuveiro       | 1                  |           |           | 7500      |              | 7500         |          | 34,09                              | 34,09             | 7500           | 1                      | 7.500         |
| <b>CARGA TOTAL INSTALADA EM (W) = 13.100</b> |                |                    |           |           |           | <b>5.100</b> | <b>8.000</b> | <b>0</b> | <b>DEMANDA DO EDIFICAÇÃO (VA)=</b> |                   |                |                        | <b>11.700</b> |

| DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO |                   |                        |  |                           |   |   |                        |
|---------------------------|-------------------|------------------------|--|---------------------------|---|---|------------------------|
| CIRCUITO NUMERO           | CORRENTE PROJ (A) | CORRENTE CORRIGIDA (A) | DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR PELA CAP DE CORRENTE |                           | DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR BITOLA MINIMA | DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR QUEDA DE TENSÃO | BITOLA UTILIZADA (mm²) |
|                           |                   |                        | CONDUTOR (mm²)                                   | CORRENTE MÁX CONDUTOR (A) | BITOLA (mm²)                              | BITOLA (mm²)                                |                        |
| 1                         | 2,27              | 3,50                   | 1,5  | 17,5                      | 1,5                                       |   | <b>1,5</b>             |
| 2                         | 8,64              | 13,29                  | 1,5  | 17,5                      | 2,5                                       |   | <b>2,5</b>             |
| 3                         | 8,18              | 12,59                  | 1,5  | 17,5                      | 2,5                                       |   | <b>2,5</b>             |
| 4                         | 6,36              | 9,79                   | 1,5  | 17,5                      | 2,5                                       |   | <b>2,5</b>             |
| 5                         | 34,09             | 34,09                  | 6  | 41                        | 2,5                                       |   | <b>6</b>               |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 37: Projeto elétrico casa convencional

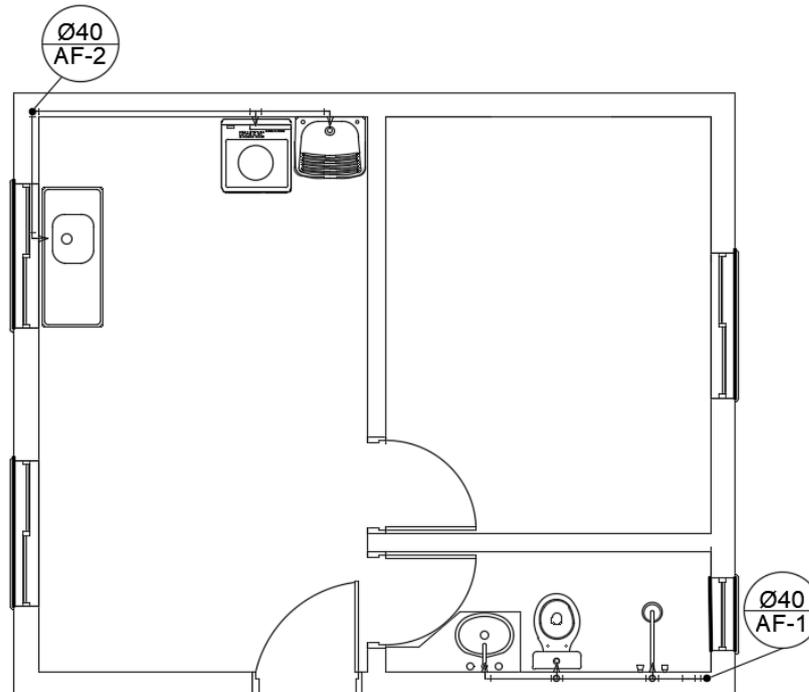


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.1.2.4 Projeto hidrossanitário

O projeto hidrossanitário da casa convencional foi dimensionado de modo que os pontos de abastecimento de água no banheiro, na cozinha e na lavanderia sejam abastecidos conforme calculado no Quadro 9 por um reservatório de 150 litros.

Figura 38: Projeto rede de distribuição água fria na casa convencional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quadro 9: Projeto hidráulico casa convencional

| Experiência de uso |      |                     |
|--------------------|------|---------------------|
| População:         | 2    |                     |
| Consumo:           | 150  | l/dia               |
| Total diário:      | 300  | l/dia               |
| Total mensal:      | 9000 | l/mês               |
| Total mensal:      | 9    | m <sup>3</sup> /mês |

| Alimentador predial |         |                   |
|---------------------|---------|-------------------|
| Vazão               | 3,5E-06 | m <sup>3</sup> /s |
| Velocidade adotada  | 0,6     | m/s               |
| Diâmetro            | 0,00271 | m                 |
| Diâmetro            | 2,71446 | mm                |

| Reservatório superior |     |   |
|-----------------------|-----|---|
| Volume                | 120 | l |

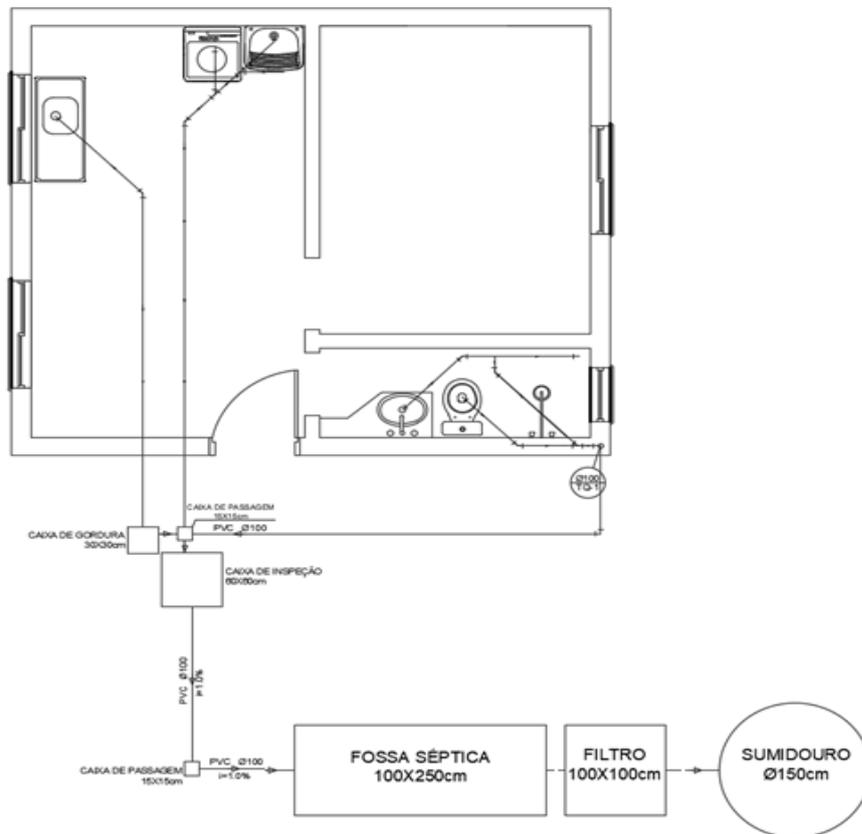
**Reservatório adotado: 150**

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O detalhamento geral da tubulação de esgoto da habitação convencional, representado pela Figura 39, demonstra o destino do esgoto de cada ambiente da residência. Da mesma

forma que na casa em *container*, o destino final do esgoto é a fossa séptica, o filtro e o sumidouro.

Figura 39: Projeto esgoto na casa convencional



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

## 4.2 AVALIAÇÃO DO USO DE *CONTAINERS* EM RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL EM ATENÇÃO ÀS NORMAS DE CONFORTO PARA A HABITABILIDADE

### 4.2.1 Dados climáticos da cidade de Passo Fundo/RS

A obtenção de dados climatológicos na cidade de Passo Fundo/RS deu-se na base de dados da Estação Meteorológica da Embrapa Trigo no município. O Quadro 10 apresenta as médias mensais das máximas, mínimas e a temperatura média dos últimos quatro anos, de março de 2014 a março de 2018.

Quadro 10: Normais Climatológicas de Passo Fundo.

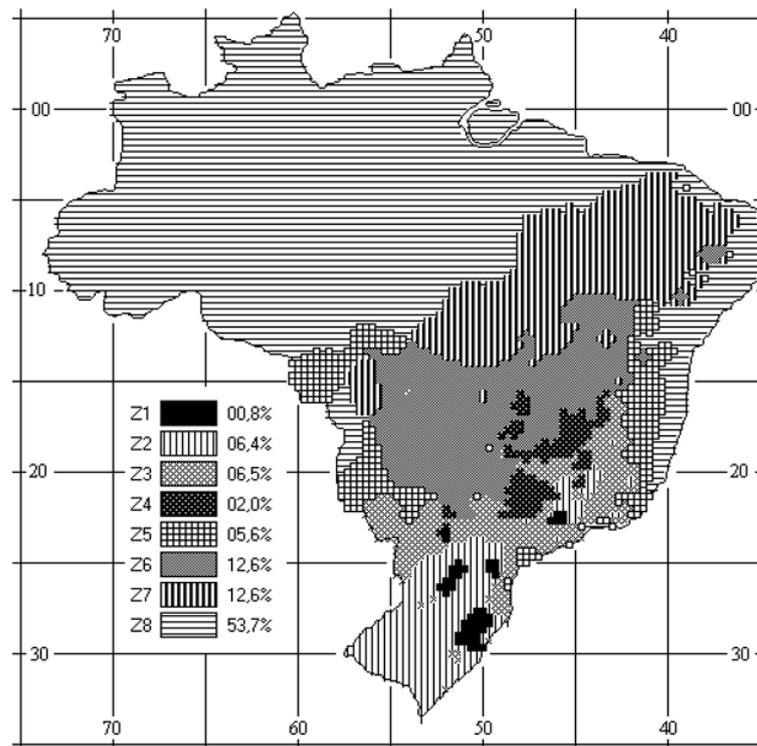
| NORMAIS CLIMATOLÓGICAS PASSO FUNDO (MARÇO/2014 - MARÇO/2018) |                    |                    |                   |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|
|  | Temperatura Máxima | Temperatura Mínima | Temperatura Média |
| Janeiro  | 28,10              | 17,90              | 22,30             |
| Fevereiro  | 27,85              | 17,68              | 21,98             |
| Março  | 26,68              | 16,25              | 25,65             |
| Abril  | 24,55              | 14,50              | 18,63             |
| Maio   | 19,73              | 11,53              | 14,88             |
| Junho  | 17,63              | 8,675              | 12,43             |
| Julho  | 19,08              | 9,00               | 13,13             |
| Agosto   | 21,65              | 10,83              | 15,45             |
| Setembro   | 23,05              | 12,08              | 16,85             |
| Outubro  | 24,55              | 13,50              | 18,33             |
| Novembro   | 26,53              | 14,55              | 19,93             |
| Dezembro   | 27,83              | 17,28              | 21,95             |

Fonte: Adaptado de Embrapa Trigo (2018).

Conforme demonstra-se o Quadro 10, não há uma grande variação na média de temperatura, entre a temperatura máxima e a mínima, por mês na cidade de Passo Fundo/RS.

Nos últimos 5 anos, a menor temperatura média mínima foi no mês de junho com 8,67°C e a maior temperatura média ocorreu no mês de janeiro com 28,10°C.

Figura 40: Zoneamento Bioclimático Brasileiro



Fonte: Norma de Desempenho Térmico 15220 Parte 3 (2003).

Segundo a Norma de Desempenho Térmico em Edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, a cidade de Passo Fundo encontra-se na Zona Bioclimática 2.

#### 4.2.2 Estratégias de condicionamento térmico em edificações para a cidade de Passo Fundo/RS

Como estratégias de condicionamento térmico passivo para a cidade de Passo Fundo/RS, que se encontra na Zona Bioclimática 2, tem-se, no verão, a ventilação cruzada e, no inverno, o aquecimento solar da edificação e vedações internas intensas.

Quadro 11: Detalhamento das estratégias de condicionamento térmico

| <b>Estratégia</b> | <b>Detalhamento</b>  |
|-------------------|--|
| A                 | O uso de aquecimento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por frio.   |
| B                 | A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação de superfícies envidraçadas, podem contribuir para otimizar o seu aquecimento no período frio através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos ambientes através do aproveitamento da radiação solar.                        |
| C                 | A adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido.  |
| F                 | As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.  |
| H e I             | Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem.   |
| I e J             | A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos. |

Fonte: Adaptado Norma de Desempenho Térmico 15220 Parte 3(2003).

Conforme o Anexo A da Parte 3 da Norma 15220, as estratégias de condicionamento térmico específico para a cidade de Passo Fundo são A B C F I.

#### 4.2.3 Desempenho térmico/acústico

Em conformidade com as estratégias de condicionamento térmico estabelecidas para a região da cidade de Passo Fundo/RS, foi desenvolvido isolamento térmico e acústico que forneça um bom desempenho em isolamento na casa-*container*. O projeto da casa-*container* foi

desenvolvido atendendo às estratégias de condicionamento, fazendo com que o isolamento térmico e acústico tornem-na uma habitação eficiente.

O conforto térmico do usuário num ambiente construído está diretamente ligado ao desempenho térmico da construção em relação às condições climáticas locais e depende do projeto arquitetônico e das características dos materiais da envoltória, empregados em função das exigências humanas de conforto (FARIA, 2013; VIEIRA, 2008). Sendo assim, para atender aos requisitos mínimos que a Norma de Desempenho exige, é necessário utilizar materiais que tenham um bom resultado na aplicação em relação à necessidade que se encontra em determinada região quanto ao conforto térmico.

Conforme a tabela B.3 da Norma de Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações, têm-se as propriedades térmicas dos materiais isolantes. No Quadro 12, podem ser observados os dados de densidade de massa aparente ( $\lambda$ ), condutividade térmica ( $\rho$ ) e calor específico ( $c$ ) dos materiais isolantes normatizados.

Quadro 12: Performance térmica dos Isolantes térmicos.

| Material                       | $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | $\lambda$<br>(W/(m.K)) | $c$<br>(kJ/(kg.K)) |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>Isolantes térmicos</b>      |                                |                        |                    |
| lã de rocha                    | 20-200                         | 0,045                  | 0,75               |
| lã de vidro                    | 10-100                         | 0,045                  | 0,70               |
| poliestireno expandido moldado | 15-35                          | 0,040                  | 1,42               |
| poliestireno estrudado         | 25-40                          | 0,035                  | 1,42               |
| espuma rígida de poliuretano   | 30-40                          | 0,030                  | 1,67               |

Fonte: Norma de Desempenho Térmico 15220 Parte 2 (2003).

O material proposto em projeto para o desempenho térmico da edificação em *container*, tendo em vista o desempenho termoacústico e o custo de aquisição para ser implementada em uma habitação *container* dirigida à população de baixa renda foi a lã de vidro.

Com relação a esse material, atualmente, no mercado, existem modelos de diferentes espessuras. Para o projeto, foi adotado o modelo com espessura de 100mm, que possui mais resistência térmica e também um isolamento acústico mais eficiente, já que, conforme maior a espessura do isolante, maior qualidade no desempenho termoacústico.

Figura 41: Desempenho térmico da lã de vidro.

| Modelos                   |               |           |      |       |                  |
|---------------------------|---------------|-----------|------|-------|------------------|
| Tabela de Características |               |           |      |       |                  |
| Modelo / Espessura        | Dimensões     | Densidade | Peso | Borda | Embalagem        |
| WALLFELT 4+ 50mm          | 1,20 x 12,5 m | -         | -    | -     | 15m <sup>2</sup> |
| WALLFELT 4+ 70mm          | 1,20 x 12,5 m | -         | -    | -     | 15m <sup>2</sup> |
| WALLFELT 4+ 100mm         | 1,20 x 7,5 m  | -         | -    | -     | 9m <sup>2</sup>  |

| Performance Térmica      |                          |                       |                     |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| Espessura / Coeficientes | Resistência Térmica (RT) | Condutividade Térmica | Resistência ao fogo |
| WALLFELT 4+ 50mm         | 1,19m <sup>2</sup> °C/W  | 0,042 W/m °C          | Incombustível       |
| WALLFELT 4+ 70mm         | 1,78m <sup>2</sup> °C/W  | 0,042 W/m °C          | incombustível       |
| WALLFELT 4+ 100mm        | 2,38m <sup>2</sup> °C/W  | 0,042 W/m °C          | Incombustível       |

| Performance Acústica    |                       |          |
|-------------------------|-----------------------|----------|
| Modelo / Espessura      | Massa Superficial     | Isolação |
| Bloco de concreto 180mm | 121 Kg/m <sup>2</sup> | 43 dB    |
| Parede dupla 98mm       | 43 Kg/m <sup>2</sup>  | 50 dB    |
| Bloco Cerâmico 100mm    | 133 Kg/m <sup>2</sup> | 38 dB    |
| Parede simples 73mm     | 24 Kg/m <sup>2</sup>  | 43 dB    |

Fonte: Saint Global (2018).

Na imagem, pode-se observar o catálogo com as especificações do material lã de vidro de uma empresa que fabrica o material e fornece para todas as regiões do Brasil.

#### 4.2.4 Desempenho lumínico e ventilação

No projeto, foi estudada a posição das aberturas e a orientação e a implantação da edificação em *container* no terreno. Também foi realizada a análise quanto à posição solar, a fim de que a incidência de radiação proporcione iluminação natural durante o dia e também aqueça os ambientes no período de frio, em conformidade com o Anexo A da Parte 3 da Norma 15220.

A posição das aberturas, além de ser importante para o desempenho lumínico da edificação, também tem papel importante na ventilação do ambiente interno. Conforme projetado, com janelas em ambas as fachadas da casa-*container*, tem-se uma ventilação cruzada no ambiente, reduzindo, assim, o uso de ventilação artificial.

#### 4.2.5 Análise em *software* de uma habitação em *container*

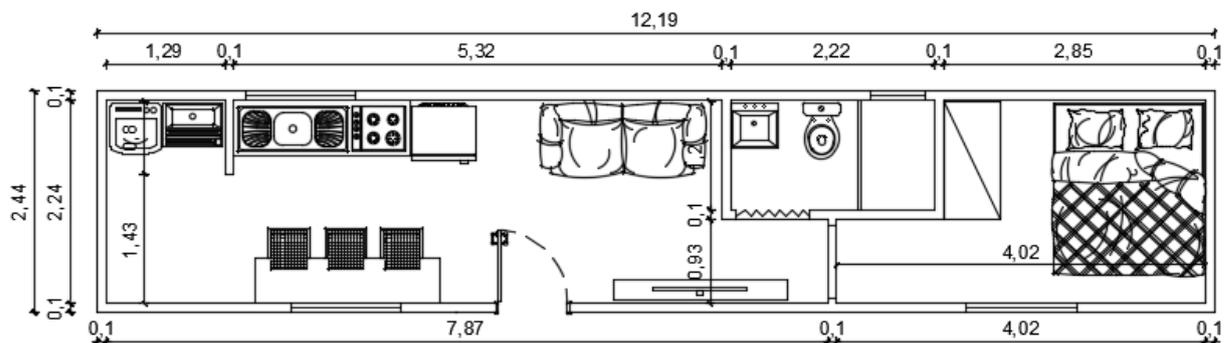
Para a avaliação do conforto no interior de uma edificação em *container*, foi escolhido o *software* Domus Procel Edifica, desenvolvido pelo Departamento de Projetos de Eficiência Energética da Eletrobrás. Esse *software* foi desenvolvido para edifícios brasileiros e seu processamento considera as características climáticas do Brasil.

O *software* Domus Procel Edifica possibilita a análise de diferentes estratégias para redução de consumo de energia em edificações, e é desenvolvido também para projetos de habitações populares de baixo custo e de baixo consumo de energia.

Conforme abordado anteriormente, o *container* marítimo, devido à composição da sua estrutura, necessita de material isolante para um desempenho térmico e acústico. Em razão disso, foi projetada a utilização do material isolante lã de vidro com espessura de 100mm. Assim, as simulações em *softwares* ocorrerão com esse material. Dessa forma, para avaliar o desempenho térmico da edificação, foram realizados alguns testes utilizando o *software* Domus, cujos dados iniciais considerados para as análises no *software* de maneira resumida estão dispostos a seguir.

Primeiro: o projeto de habitação de interesse social desenvolvido em *container* de 40 pés e com uma área de 29,75m<sup>2</sup>, com planta baixa composta de um dormitório, banheiro, sala e cozinha conjugados em sua estrutura possui portas e janelas para ventilação cruzada do ambiente; faces externas das paredes em metal e no interior revestido com material isolante que atua na redução de passagem de calor e som do ambiente externo; material escolhido em projeto lã de vidro de 100 mm, e ao lado desse material fixadas placas de gesso acantonado formando as paredes.

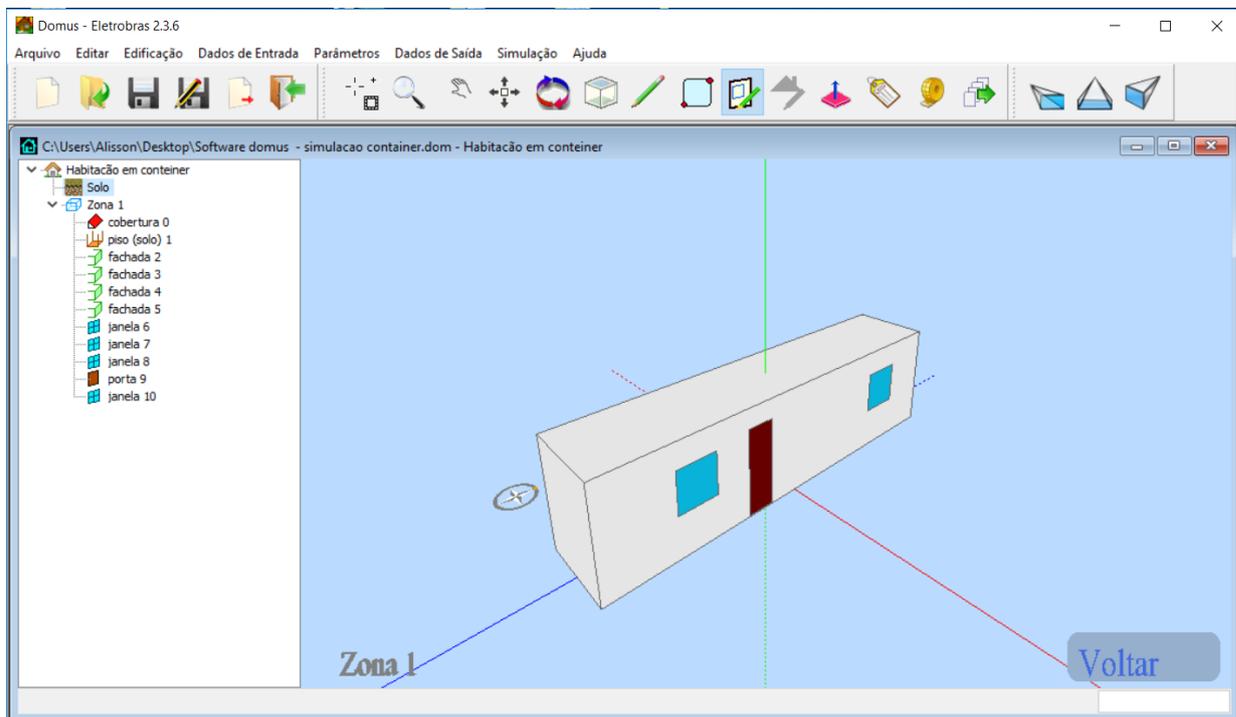
Figura 42: Projeto Padrão com *containers* 40 pés.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

No *software* Domus, primeiramente, é criada a modelagem em 3D da edificação em *container*. São inseridas as distâncias de projeto, 12,19m de comprimento, 2,44m de largura e um pé direito de 2,6m. Assim, ao se formar o 3D do projeto, é possível adicionar as dimensões das janelas e das portas existentes.

Figura 43: Modelagem da habitação no software Domus.

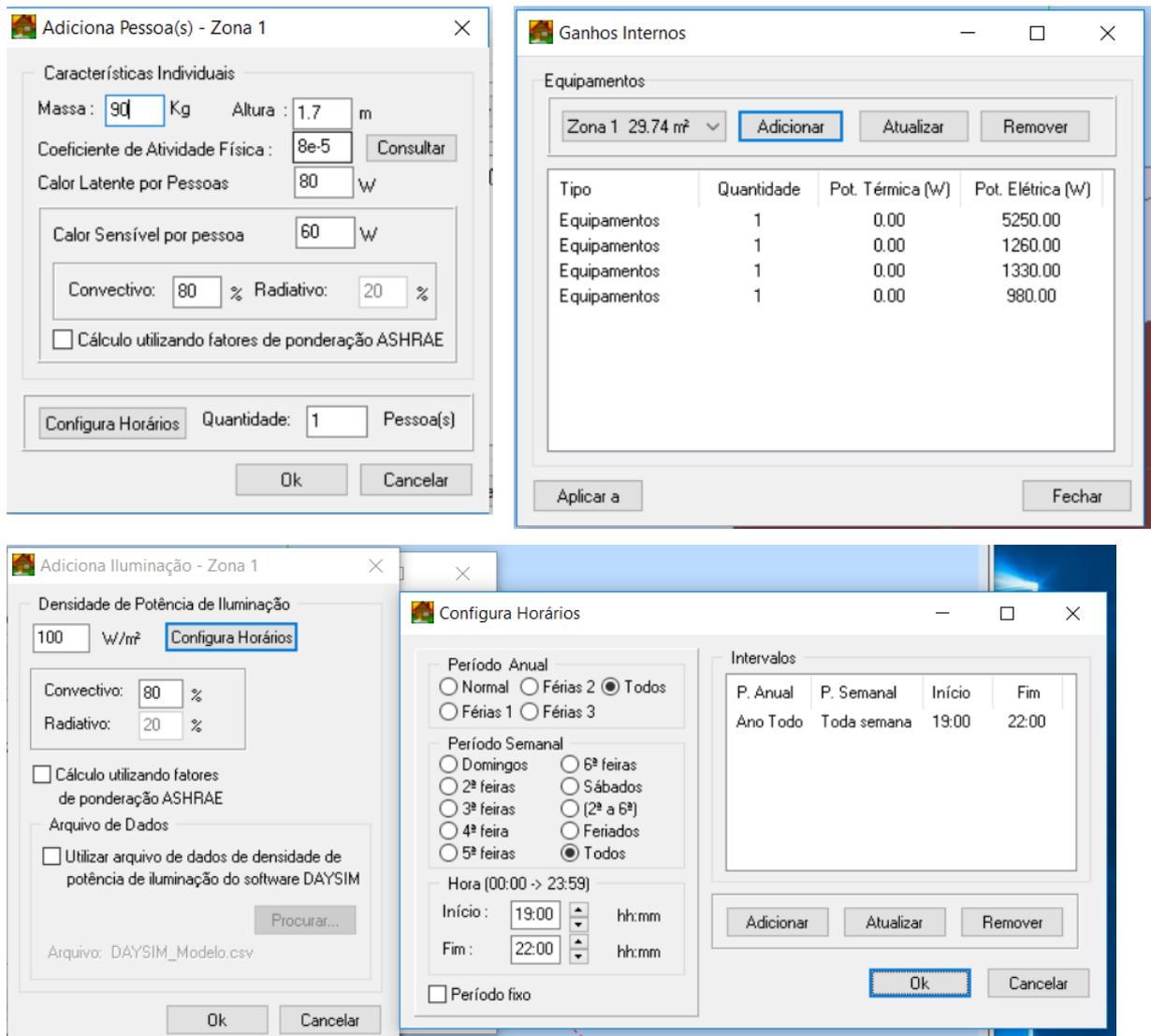


Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

O *software* Domus permite que se estabeleçam horários para a abertura das janelas e portas, para que, dessa forma, seja mensurada a ventilação do ambiente. Sendo assim, foi inserido o horário de abertura das 9 horas até às 15 horas.

Dentro de uma casa, existem diversos fatores que podem influenciar no aumento da temperatura. Por esse motivo, o *software* Domus permite que sejam adicionados eletrodomésticos, pessoas, iluminação e diversos outros itens geradores de calor. Dessa forma, foram adicionados os equipamentos que compõem a casa no momento de sua utilização e poderiam influenciar nos resultados obtidos.

Figura 44: Composição de equipamentos no software Domus.



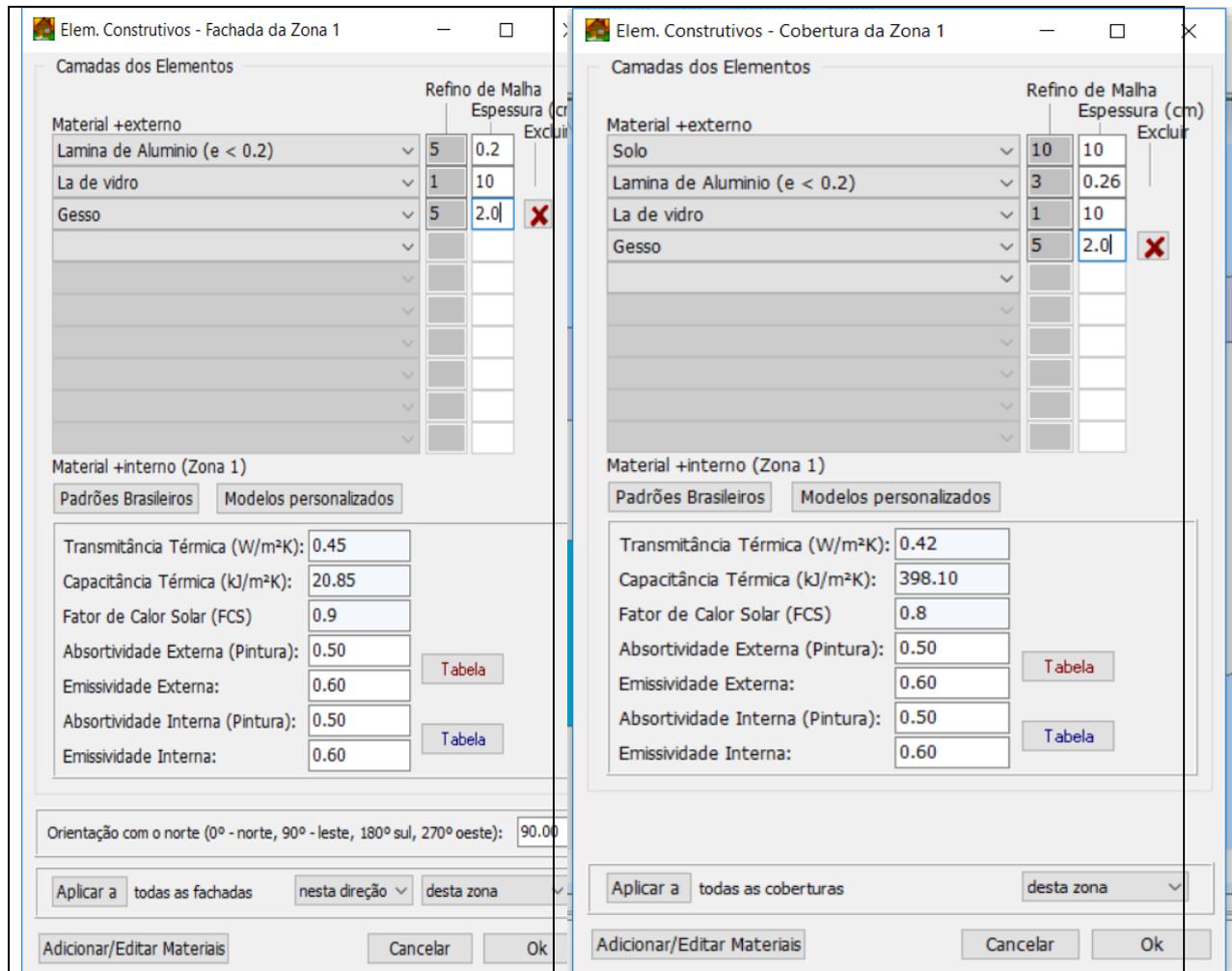
Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

Na configuração do local, foi selecionada a zona bioclimática 2, onde está inserida a cidade de Passo Fundo/RS. O *software* não possui um histórico de dados do município, por isso foi utilizado o histórico da cidade de Santa Maria/RS, que pertence à mesma zona bioclimática de Passo Fundo/RS.

Na sequência, foram inseridas as características do material *container* marítimo no *software* Domus. No banco de dados do *software*, o material mais próximo ao aço Cortex do *container* é a lâmina de Alumínio de espessura 2mm, à qual foi inserida, também, a lã de vidro como material isolante, com uma espessura de 10cm e mais 2cm correspondentes à placa de gesso, que será o revestimento das paredes da *casa-container*. Para a cobertura,

considerou-se a utilização de telhado verde, e, para isso, foi colocada uma camada de solo de 10cm sobre a estrutura do *container*.

Figura 45: Composição de elementos construtivos no software Domus.



Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

Depois de inseridas as características da estrutura do *container*, o isolamento e acabamento, o software calcula a transmitância térmica em W/m²K, a capacitância térmica em KJ/m²K, o fator de calor solar FSC, a absortividade externa, interna e emissividade interna e externa. Foram obtidos diferentes valores, para paredes e tetos, como pode ser observado na Figura 45.

Em comparação do obtido através do software com a norma de conforto NBR 15575 – Parte 4 e 5, os valores máximos para transmitância térmica e capacitância térmica em paredes e cobertura na zona bioclimática 2, aonde está inserido a casa-*container* são apresentados no Quadro 13.

Quadro 13: Comparação resultado software Domus com NBR15575

|   | Paredes                   | NBR 15575 –<br>Parte 4 em<br>Paredes | Cobertura                  | NBR 15575 –<br>Parte 5 em<br>Cobertura |
|---|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|
| Transmitância<br>térmica W/m <sup>2</sup> K | 0.45 W/m <sup>2</sup> K   | < 2.5 W/m <sup>2</sup> K             | 0.42 W/m <sup>2</sup> K    | < 1.0 W/m <sup>2</sup> K               |
| Capacitância<br>térmica Kj/m <sup>2</sup> K | 20.85 Kj/m <sup>2</sup> K | > 130Kj/m <sup>2</sup> k             | 398.10 Kj/m <sup>2</sup> K | > 11Kj/m <sup>2</sup> k                |

Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus – Adaptado Norma de Desempenho 15575 (2018).

Pode-se observar no Quadro 13 que, tanto nas paredes quanto na cobertura, a habitação em *container* apresenta valores inferiores ao limite estabelecido pela norma de conforto 15575, estando, assim, em obediência à NBR 15575. Para a capacitância térmica, a cobertura está de acordo com a norma de desempenho, no entanto as paredes apresentam um valor menor que o desejado pela norma. Esse resultado deve-se ao fato de a casa-*container* possuir no seu revestimento uma camada espessa de material isolante lã de vidro, que tem baixa capacidade térmica em comparação com outros isolantes como as espumas de poliuretano, por exemplo. No entanto o material tem adequado desempenho em não transmitir a temperatura externa para a interna, como comprovado com os valores obtidos na transmitância térmica. Tendo em vista que a norma de conforto foi elaborada para sistemas construtivos convencionais, a capacitância térmica tende a avaliar o desempenho da alvenaria, não estando a norma adequada a novos sistemas construtivos, como casas *containers* e *steel frame*. Mesmo assim, a habitação em *container* está de acordo com grande parte dos requisitos estabelecidos na norma e seu desempenho térmico é comprovado com os resultados dos testes realizados no *software* Domus.

#### 4.2.5.1 Resultados para Temperatura e Umidade Relativa no verão

Os resultados para a temperatura interna da residência levam em consideração todos os parâmetros inseridos no *software*. Para a análise do verão, foi determinado o mês com maiores temperaturas na cidade de Passo Fundo/RS. Verifica-se, na Figura 46, uma amostragem das mais altas temperaturas do mês de janeiro. Nesse período de tempo, obtêm-se os resultados para temperatura interna e umidade da edificação em *container*.

Figura 46: Temperaturas e umidades.



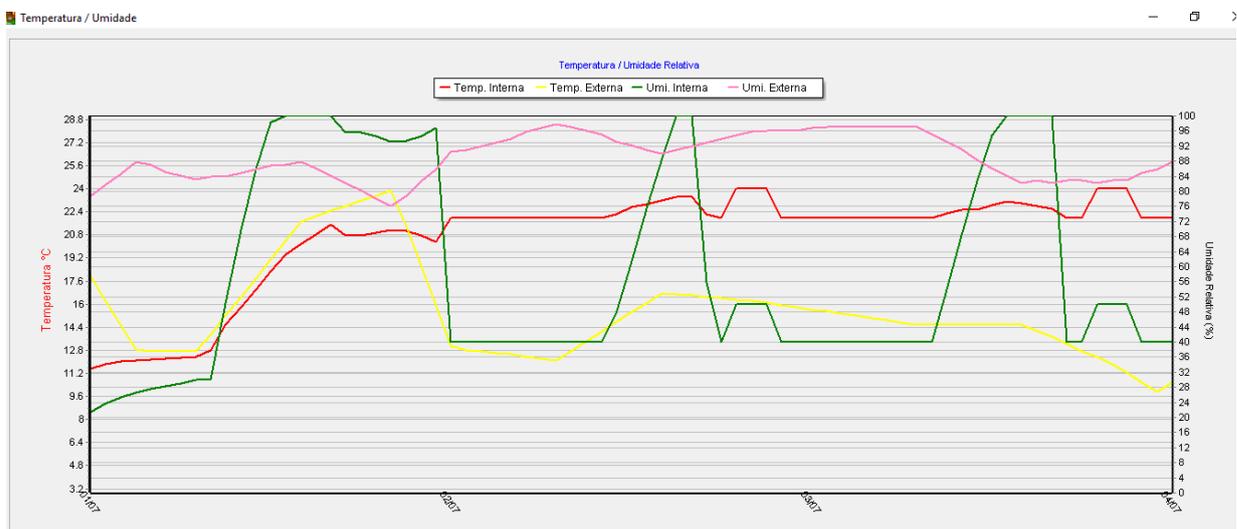
Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

A temperatura possui um valor médio de 25 °C. A umidade relativa interna manteve-se constante em 50%. Pode-se observar, pela variação de resultados na temperatura externa e na umidade externa, que o isolamento térmico adotado em projeto foi eficiente para manter a temperatura interna constante e com valores apropriados para a habitação.

#### 4.2.5.2 Resultados para Temperatura e Umidade Relativa no inverno

Para retratar a estação com mais baixa temperatura, foi analisada uma amostragem do mês de julho, cujos resultados podem ser observados na Figura 47.

Figura 47: Temperatura e umidade para inverno.



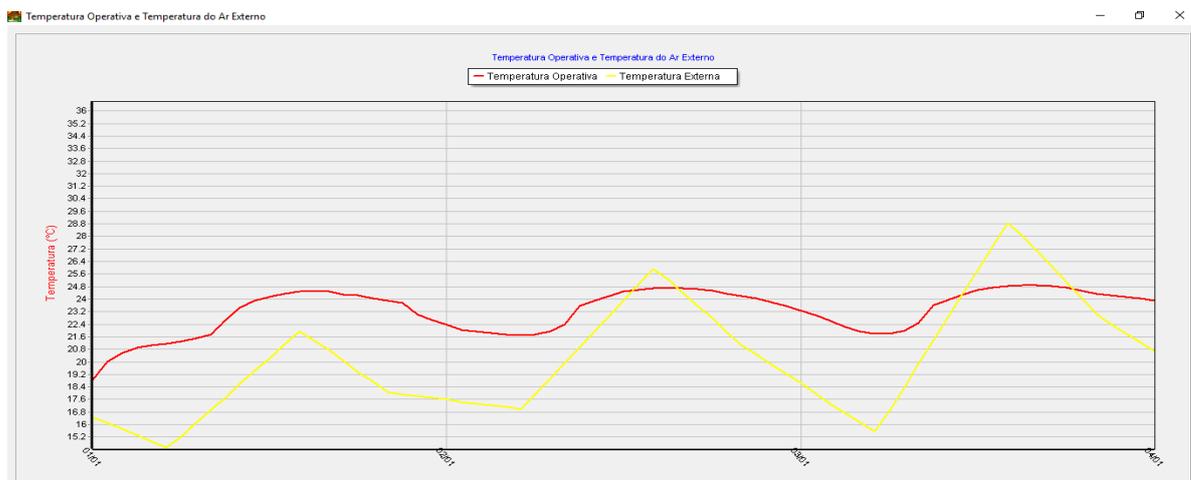
Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

A temperatura no interior da habitação-*container* nessa época do ano possui uma média de 19°C. A umidade interna apresenta-se com pontos de oscilação, o que se explica pelos dias chuvosos típicos desse período do ano.

#### 4.2.5.3 Conforto térmico dos ambientes naturalmente ventilados verão e inverno.

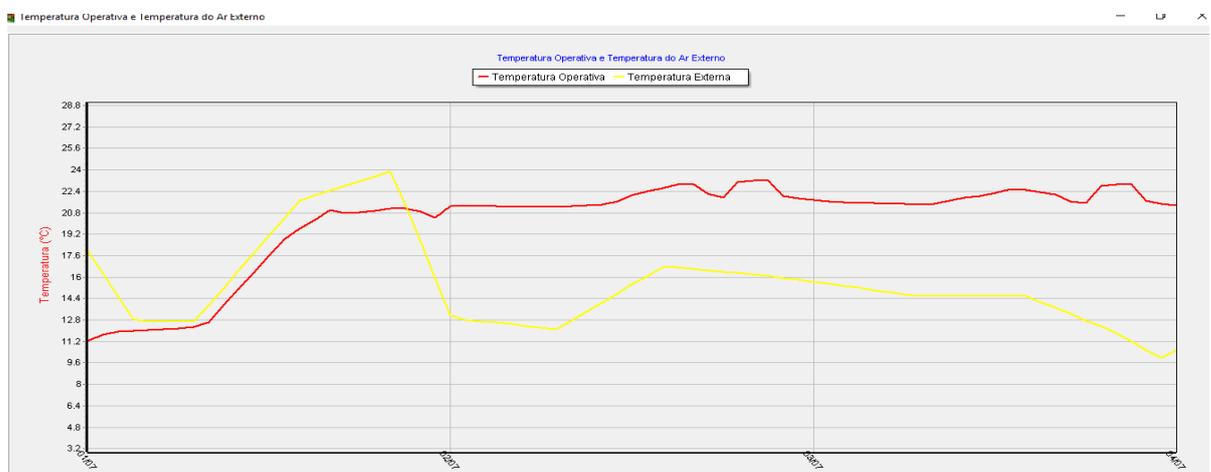
Para o conforto térmico do ambiente, o resultado das Figuras 48 e 49 demonstra a temperatura operativa da residência, e este resultado está relacionado com os equipamentos que foram inseridos na casa para uso diário.

Figura 48: Conforto térmico - ambientes verão.



Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

Figura 49: Conforto térmico - ambientes inverno.



Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

Com os resultados, verifica-se que, com os equipamentos ligados e com os ambientes ventilados, a temperatura operativa do interior da residência para o verão apresenta-se em média de 23°C, e, para o inverno, a temperatura encontra-se em média 20°C.

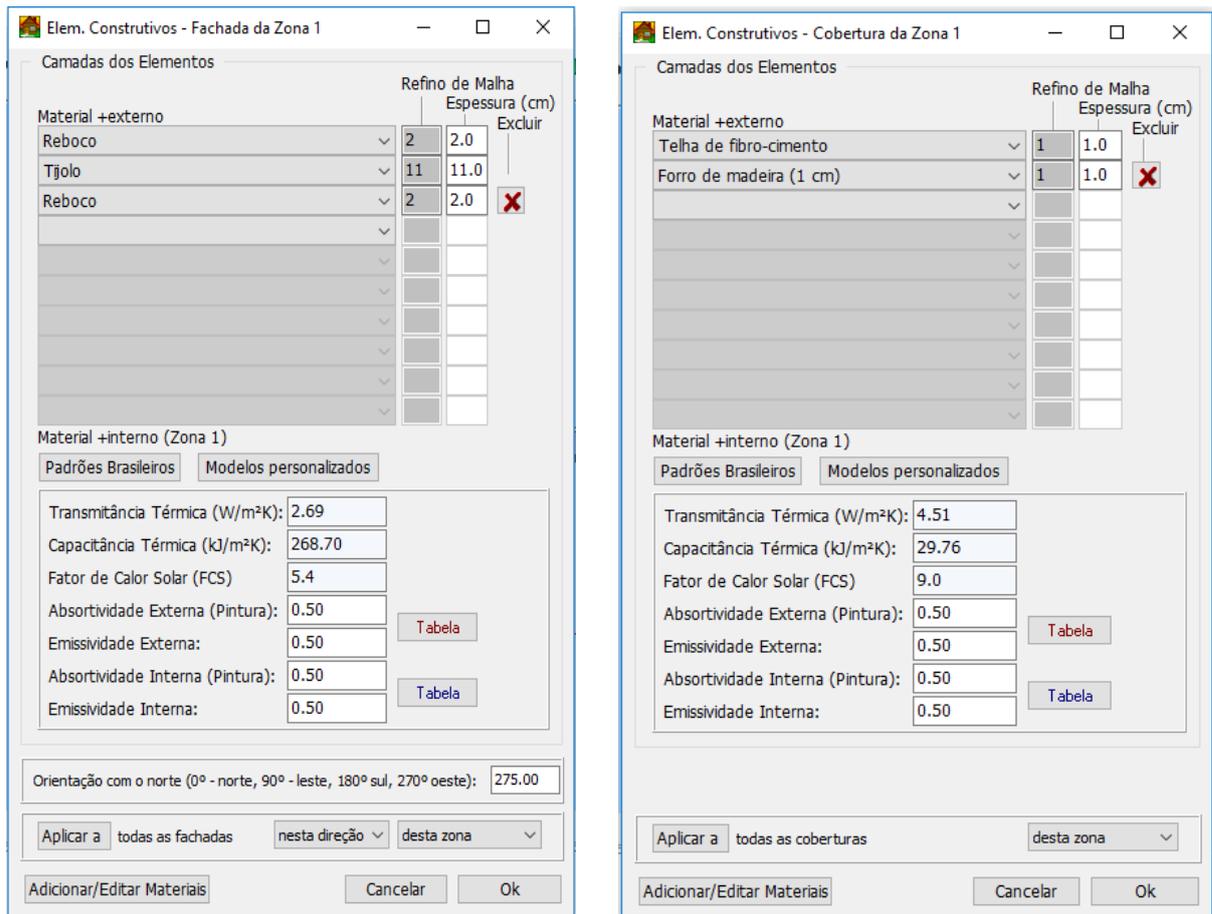
Observa-se, também, a diferença entre a temperatura interna e a temperatura externa, demonstrando que o material adotado na casa-*container* cumpre a função de manter o interior da habitação com temperatura constante nos dois períodos com temperaturas extremas no ano.

#### **4.2.6 Análise no *software* Domus de uma casa de alvenaria no formato de habitação em *container*.**

Para a análise da casa de alvenaria, utiliza-se a mesma área da edificação em *container* e as mesmas medidas da casa-*container*, com as dimensões de 12,19m de comprimento por 2,44m de largura. Foi realizada a simulação no *software* Domus, da mesma forma que as casas-*container*.

Foram inseridos no *software* os materiais que compõem a alvenaria da casa convencional. Primeiramente, o material bloco cerâmico com uma espessura de 11cm, mais 2cm de reboco como revestimento na face interna e na face externa do bloco. Para a cobertura, foi considerada telha de fibrocimento com 10mm de espessura e, como acabamento da cobertura, a utilização de forro de madeira de 2cm. Para o piso, foi considerada a construção de uma camada de concreto de 5cm sobre a terra, contrapiso e sobre esse uma camada de 2cm de revestimento cerâmico.

Figura 50: Composição de elementos construtivos no software Domus.

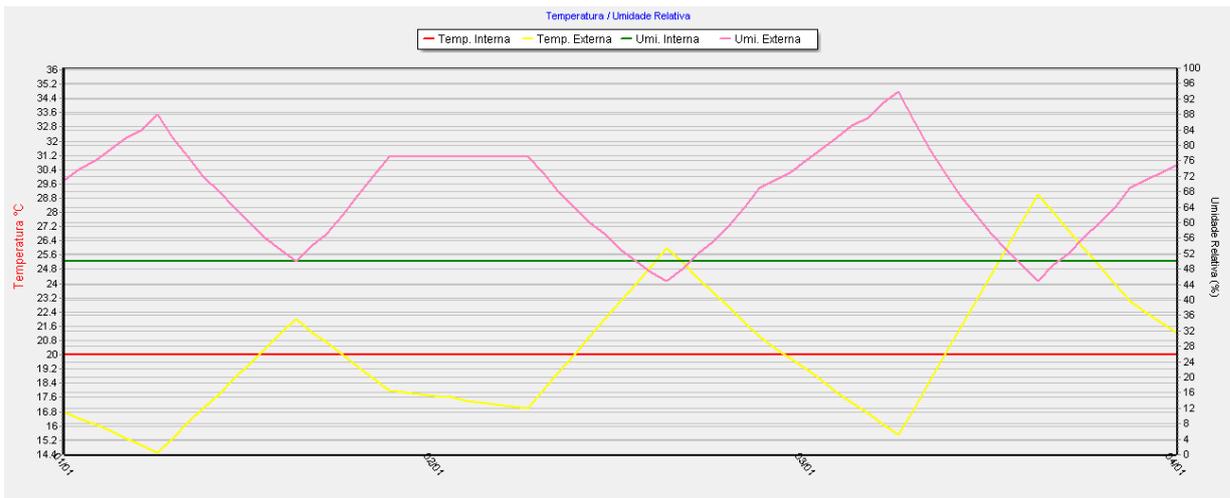


Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

#### 4.2.6.1 Resultados para temperatura e umidade relativa no verão

Para a casa de alvenaria, considerando-se o mesmo período de análise, a temperatura interna manteve-se estável, a umidade interna manteve-se na faixa de 50%, a temperatura externa teve picos em todo o período, chegando a 26°C, e a umidade externa apresentou uma grande variação durante todo o mês, apresentando valores com picos de 90% de umidade relativa do ar.

Figura 51: Temperaturas e umidades da casa de alvenaria.

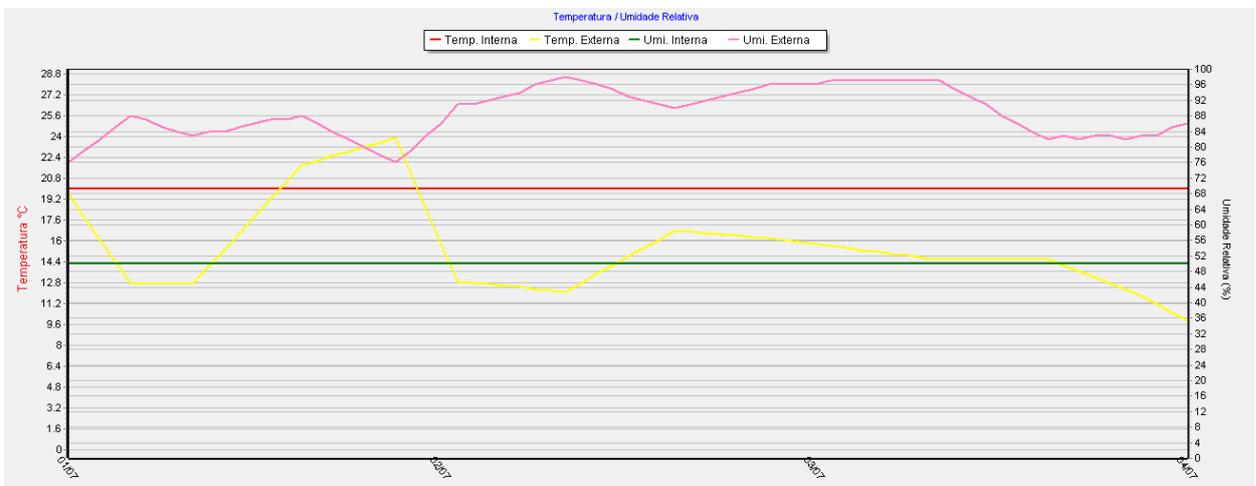


Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

#### 4.2.6.2 Resultados para temperatura e umidade relativa interna no inverno

Na condição de inverno foi analisada uma amostragem para o mês de julho, quando a temperatura interna da casa de alvenaria manteve-se estável em 20°C, a umidade externa se manteve em todo período com concentração de maneira elevada na faixa de 90%, e a umidade interna de 15% até a metade do período, quando sofreu uma variação entre 20 e 25%.

Figura 52: Temperatura e umidade para inverno para casa de alvenaria.

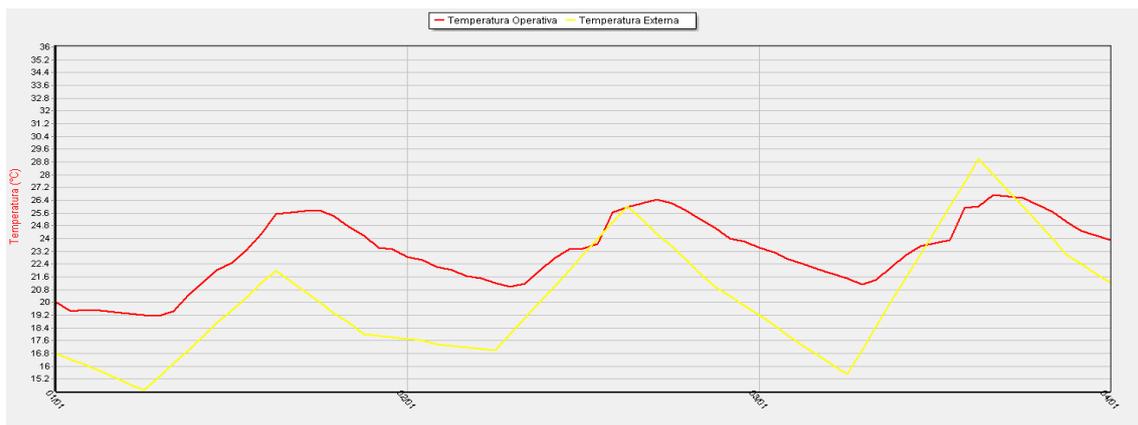


Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

#### 4.2.6.3 Conforto térmico dos ambientes naturalmente ventilados para verão e inverno

A temperatura operativa da residência no verão manteve-se com uma média de 22°C. Observa-se que, em comparação à temperatura externa do sistema, devido aos equipamentos estarem ligados em alguns estágios, foram observadas temperaturas mais altas na parte interna da casa. Na Figura 53, é possível observar o resultado da análise do conforto térmico para a casa construída com alvenaria.

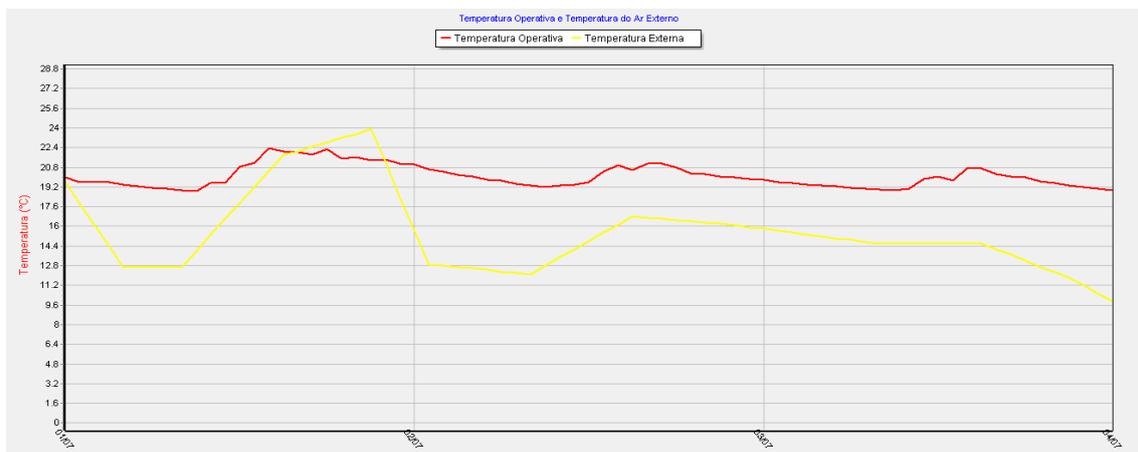
Figura 53: Conforto térmico - ambientes verão.



Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

Também foi verificado o conforto térmico para o período de inverno, em que se observou que a temperatura média interna registrada foi de 19°C, conforme pode ser visualizado na Figura 54.

Figura 54: Conforto térmico - ambientes inverno.



Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

#### 4.2.7 Análise em software de uma casa de alvenaria em formato de habitação popular

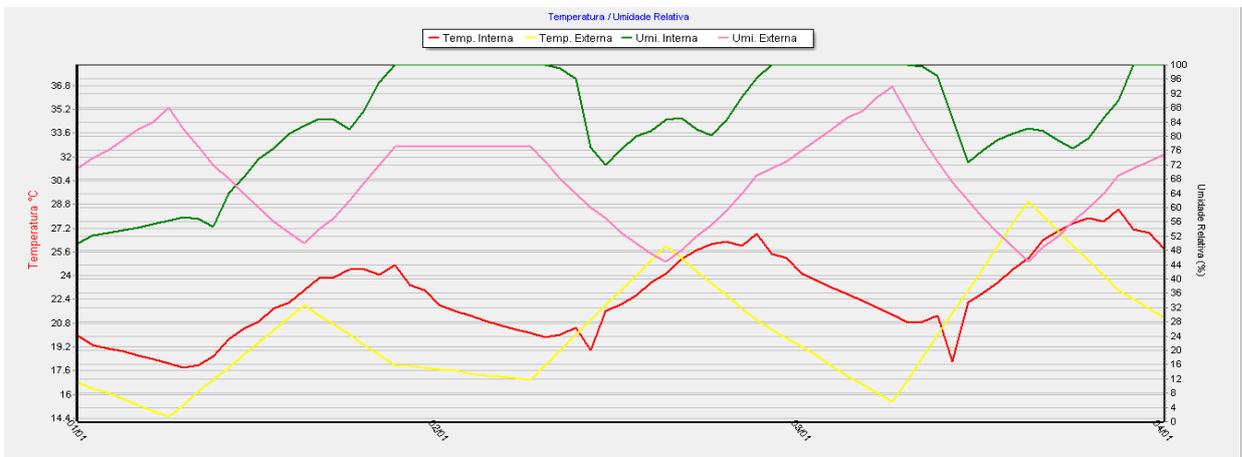
Para a análise da casa de alvenaria, que possui a mesma área da edificação em *container* com as dimensões de 5,95 metros de comprimento por 5 metros de largura, também foi realizada a simulação no *software* Domus, da mesma forma que para as casas-*container*. Inicialmente, foram adicionados equipamentos que compõem a casa no momento de sua utilização e que podem influenciar na temperatura interna da edificação.

No *software*, foram inseridos os mesmos materiais que compõem a casa de alvenaria no formato *container*, bem como as mesmas medidas de bloco cerâmico, reboco e cobertura.

##### 4.2.7.1 Resultados para temperatura e umidade relativa no verão

Na condição de verão, o resultado apresentado refere-se à temperatura e à umidade relativa interna para o mês de janeiro, como realizado para casas-*container*. A temperatura interna da casa de alvenaria apresentou uma oscilação de temperatura acentuada, com o valor mais baixo de 17,6°C e o pico de temperatura mais elevada de 28,8°C. Os resultados demonstram que a umidade interna do ar apresentou uma grande variação, com um valor mínimo de 40% e um valor máximo de 100% de umidade, para o período analisado.

Figura 55: Temperaturas e umidades da casa de alvenaria.



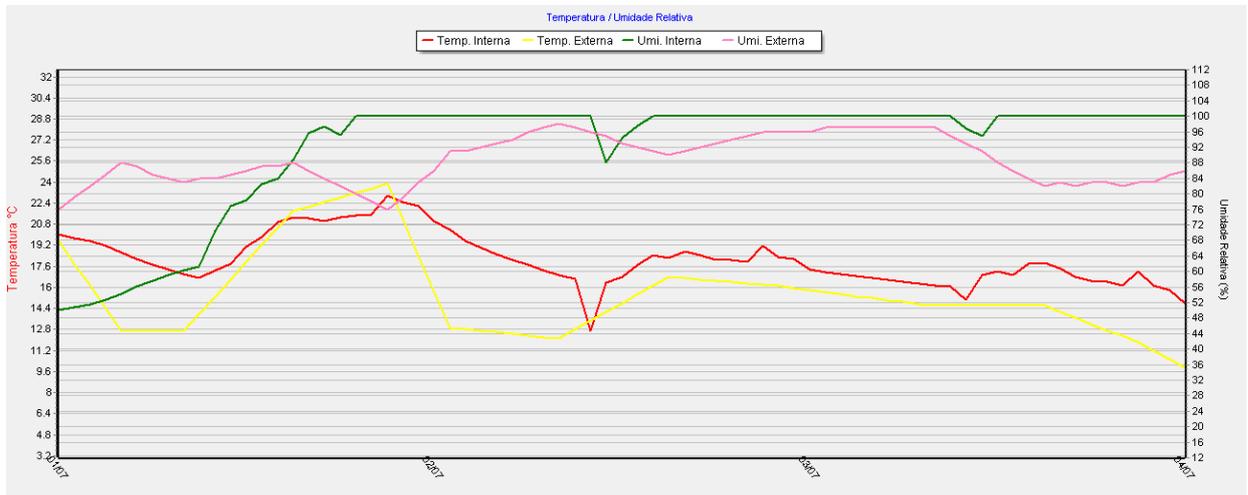
Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

##### 4.2.7.2 Resultados para temperatura e umidade relativa interna no inverno

Na condição de inverno, foi analisado um período de amostra com picos de temperatura no mês de julho, quando, conforme mostra a Figura 56, a temperatura manteve-se

na média de 18°C. A umidade interna iniciou em 14%, aumentando gradativamente até chegar ao valor de 100%, onde se manteve estável.

Figura 56: Temperatura e umidade para inverno para casa de alvenaria.



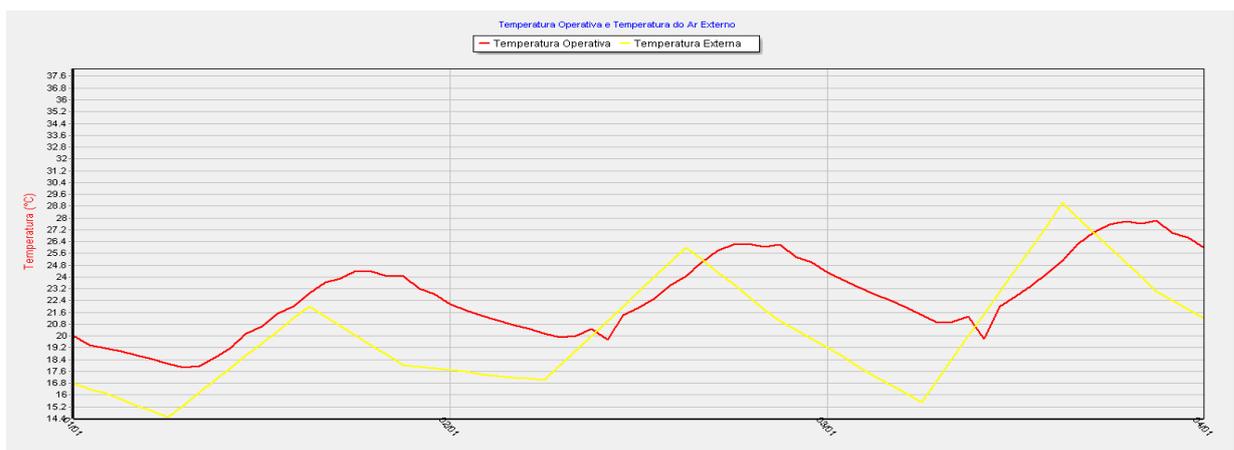
Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

#### 4.2.7.3 Conforto térmico dos ambientes naturalmente ventilados para verão e inverno

A temperatura operativa da residência no verão manteve-se na média de 23°C. Observa-se que, devido aos equipamentos estarem ligados em alguns estágios, a residência apresentou temperaturas maiores na parte interna em comparação ao exterior.

Na Figura 57, é possível observar o resultado da análise do conforto térmico para a casa construída com alvenaria.

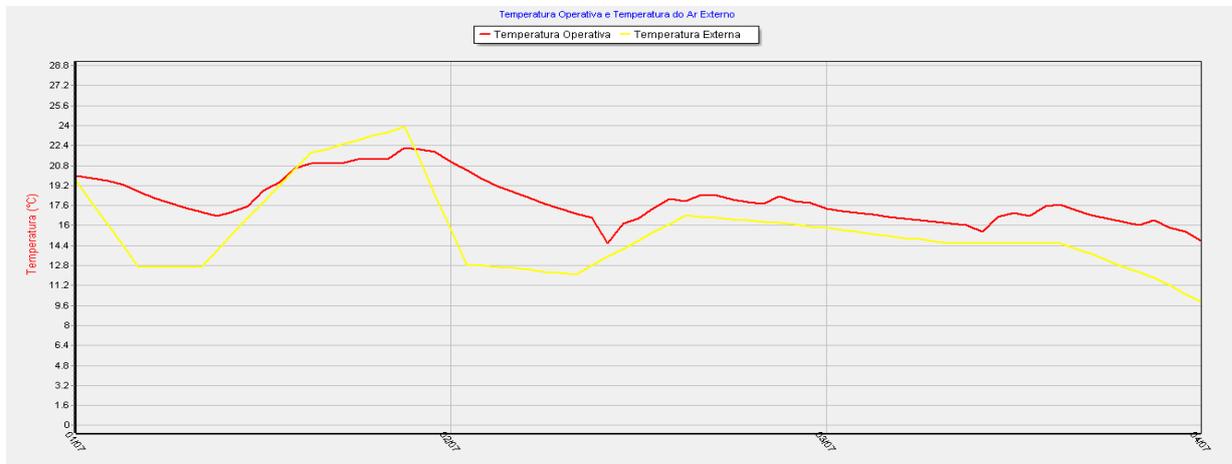
Figura 57: Conforto térmico - ambientes verão.



Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

Conforme pode ser visualizado nos resultados da Figura 58, o conforto térmico para o período de inverno apresentou uma temperatura média interna de 18°C.

Figura 58: Conforto térmico - ambientes inverno.



Fonte: Elaborado pelo autor – Software Domus (2018).

#### 4.2.8 Comparação de resultados entre a casa-container e a casa de alvenaria

Como já foi explanado nos itens anteriores, para ambos os sistemas construtivos foram realizados testes no *software* Domus e analisado seu comportamento com relação ao conforto térmico no verão e no inverno.

##### 4.2.8.1 Resultados para temperatura e umidade relativa interna no verão

O *software* Domus faz a análise dos resultados e o expõe por meio de gráficos, onde são inseridos os dias do mês, por exemplo. E, nesses gráficos, ficam descritas a temperatura e a umidade relativa interna para os dias de janeiro no período de verão.

Para a casa-container, a temperatura interna não apresentou oscilações consideráveis, mantendo-se estável em média a 25°C. Na casa construída com o sistema convencional de alvenaria, observou-se uma elevada variação de temperatura, chegando a um pico de 28,8°C.

Além disso, a maior diferença entre os dois tipos de construção analisados foi com relação à umidade interna. Para a casa-container, a umidade manteve-se estável em 50% e para a casa de alvenaria houve uma maior variação, alcançando, em alguns dias, um pico de umidade interna do ar de 100%.

Na comparação dos resultados entre os dois sistemas construtivos, verifica-se que a casa-container apresentou resultados controlados, enquanto que a casa em alvenaria

demonstrou considerável oscilação nas medições. Essa variação de resultados do sistema convencional de produção para a casa-*container* deve-se ao fato de este segundo possuir isolamento térmico, enquanto que, no primeiro, não se tem esse material isolante, gerando mais variação dos valores de temperatura e umidade interna.

#### 4.2.8.2 Resultados para temperatura e umidade relativa interna no inverno

No inverno, foi analisado o período do mês de julho, devido a este apresentar as temperaturas mais baixas do ano, conforme apontam os dados históricos para a cidade de Passo Fundo – RS.

Para a casa-*container*, a temperatura interna, nessa época do ano, ficou na média de 19°C, a umidade interna apresentou variações, estabelecendo-se entre 50% e chegando a picos de 100% nos dias mais úmidos, típicos dessa época do ano.

Para a casa de alvenaria, foi obtida maior oscilação da temperatura interna, mantendo uma média de 18°C no período de inverno. A umidade interna manteve-se mais alta se comparada ao sistema da casa-*container*, mantendo-se em grande parte do dia com 100% de umidade.

Da mesma forma que os resultados de temperatura e umidade no verão, no período de inverno, as construções com o sistema da casa-*container* também se mantiveram com resultados mais estáveis se comparados com os resultados obtidos para os sistemas convencionais.

#### 4.2.8.3 Conforto térmico dos ambientes naturalmente ventilados para verão e inverno

Os resultados de temperatura retratam o conforto apresentado em um ambiente que possui os equipamentos ligados e é naturalmente ventilado. Para o período de verão, as habitações em *containers* mantiveram uma temperatura constante de 23°C, enquanto que no inverno a temperatura manteve-se constante em 20°C.

Na casa de alvenaria, os resultados para temperatura apresentaram maior oscilação em comparação aos resultados da casa-*container*. A temperatura operativa para a casa de alvenaria no verão manteve-se em 23°C, enquanto que, no inverno, se observou uma média de 18°C.

Para o conforto térmico dos ambientes naturalmente ventilados, os resultados apresentaram-se de forma similar às temperaturas e às umidades internas. Apenas com o

sistema de construção de casa-*container* há mais regularidade em ambas as temperaturas internas, em comparação com o sistema de casas convencionais.

### 4.3 DETERMINAÇÃO DO PREÇO DE VENDA DA CASA-CONTAINER E DA HABITAÇÃO CONVENCIONAL PARA SE CONHECER A ESTIMATIVA DO CUSTO DE AQUISIÇÃO PELOS USUÁRIOS DESTAS MORADIAS

#### 4.3.1 Orçamento para a construção de uma casa em *container*

Para a realização do orçamento de uma casa-*container*, deve ser levada em consideração uma série de fatores. Primeiramente, deve-se encontrar o *container* marítimo que melhor se adapte ao projeto e verificar sua condição de deterioramento. No momento em que se obtém o *container* funcional ao projeto, deve-se verificar o custo da logística de transporte, de seu ponto de origem (terminais portuários onde se encontram em situação de abandono) até o seu destino (local que será construída a habitação em *container*).

##### 4.3.1.1 Custo de produção da habitação *container*

Nesta etapa, foi realizado orçamento com duas diferentes empresas que fornecem os *containers*: a Empresa A, localizada na cidade Santos-SP, e a Empresa B, localizada na cidade de Itajaí – SC, sendo que ambas as empresas vendem os *containers* oriundos dos portos de Rio Grande – RS ou Itajaí – SC.

O *container* orçado foi o padrão IICL, em bom estado de conservação, ou seja, original, apenas com pequenas marcas, poucos remendos e descascados de tinta, com ano de fabricação de 2000 a 2003. A empresa A possui como preço de venda para esse *container* o valor de R\$ 5.500,00, e um custo de transporte de R\$ 2.400,00. A empresa B, para um *container* com as mesmas especificações, apresentou um valor de R\$ 4.000,00, e um custo de transporte de R\$ 2.000,00. Dessa forma, a empresa B foi escolhida como base para a realização dos orçamentos, tendo em vista que apresentou um custo inferior, tanto para o material quanto para o transporte.

Figura 59: Container no terminal portuário sendo carregado no caminhão para transporte



Fonte: Empresa A (2017).

Figura 60: Container travado para ser transportado em caminhão truck.



Fonte: Empresa A (2017).

Figura 61: Container sendo transportado.



Fonte: Empresa A (2017).

Figura 62: *Container* entregue no destino.



Fonte: Empresa A (2017).

É necessária a contratação de uma equipe de profissionais capacitados para a adequação do *container* para habitação. Nesta etapa de orçamento, foi estimado o valor em um regime de trabalho mediante contrato de profissional autônomo. Os preços considerados foram os valores médios cobrados conforme tabelas do Sindicato da Construção Civil de Passo Fundo.

De maneira geral, profissionais autônomos cobram pela metragem do serviço. Em um orçamento realizado com profissionais da área em janeiro de 2018 foram obtidos os seguintes valores: pedreiro R\$ 600,00; instalador de isolamento termo acústico R\$ 350,00; gesso R\$

2.000,00; metalúrgico R\$ 500,00; pintor R\$ 700,00; azulejista R\$ 660,00; eletricista R\$ 450,00; encanador R\$ 450,00; totalizando um valor de R\$ 5.710,00.

Os serviços orçados com estes profissionais foram:

A) Pedreiro

O profissional realizará as fundações para o assentamento do *container* sobre as bases rígidas. As fundações serão em forma de blocos e a profundidade varia conforme o tipo de solo, sendo que em sua parte superior em contato com o *container* o bloco é quadrado com 40cm de cada lado. São oito blocos em locais determinados no projeto de fundações.

B) Metalúrgico

Na chegada do *container* ao destino, o primeiro profissional a trabalhar é o metalúrgico, o qual deve executar as aberturas nas paredes e, para isso, utiliza uma máquina de corte de aço a *laser*, realiza o recorte das portas e das janelas de acordo com as medidas especificadas em projeto.

C) Encanador e eletricista

O profissional que realizará encanamento das tubulações de água e esgoto, conforme o projeto hidrossanitário, e o profissional que realizará as instalações elétricas deverão realizar seus serviços antes da montagem da estrutura em gesso acartonado. Assim, conforme o cronograma, esse serviço antecede os demais de acabamentos internos, sendo o primeiro a ser executado na estrutura do *container*.

D) Instalador de isolamento térmico e acústico:

O profissional habilitado como instalador de isolamento térmico e acústico, deve instalar o material especificado no projeto, sendo 8 rolos de lã de vidro com espessura de 100mm.

Figura 63: Isolamento com lã de vidro

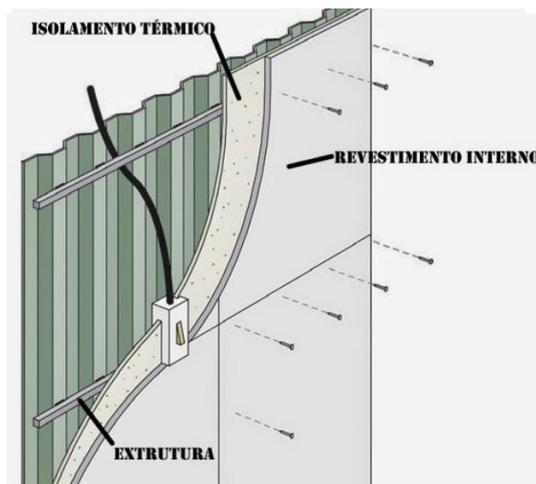


Fonte: Isover – Saint Gobain (2017).

#### E) Gesseiro

Esse profissional será responsável pela instalação do revestimento interno em gesso acartonado nas paredes e tetos. Esse procedimento ocorre após instalação da lã de vidro de 100mm do isolamento termoacústico.

Figura 64: Isolamento e revestimento em Gesso



Fonte: Pinterest (2018).

#### F) Azulejista

O profissional azulejista realizará a colocação do piso cerâmico em todo o *container*, sendo 28,25m<sup>2</sup> de piso cerâmico colocado juntamente ao assoalho marítimo. Além do piso, em todo o perímetro de paredes internas será colocado rodapé de 7cm, e também nas áreas úmidas como banheiro e área de serviço, serão colocados azulejos em todas as paredes.

## G) Pintor

O pintor realizará o serviço depois de o gesso finalizar a colocação de chapas *drywall* nas paredes e no teto. Este profissional inicia com a aplicação de uma demão de massa corrida por todas as superfícies de paredes e do teto, após a secagem, a segunda demão de massa corrida e, ao secar, lixa-se, deixando a superfície lisa. Após a limpeza da poeira ocasionada pelo processo de lixamento, inicia-se a pintura da parede com tinta acrílica. É realizada a pintura de duas demãos de tinta acrílica por toda a superfície interna. No lado externo, nos locais que apresentam ferrugem, é aplicado um produto antiferrugem e, após a limpeza da superfície de metal, inicia-se a pintura com tinta esmalte sintética. Concluídas as duas demãos de pintura, o serviço de pintura está concluído.

Quadro 14: Materiais para construção casa contêiner

| PISO E RODAPÉ                |                      |          |              |             |             |
|------------------------------|----------------------|----------|--------------|-------------|-------------|
| MATERIAL                     | Área                 | Material |              | Valor unit. | Valor total |
| ARGAMASSA COLANTE AC II      | 26,60 m <sup>2</sup> | 9        | SACO DE 20KG | R\$ 17,00   | R\$ 153,00  |
| PORCELANATO 60X60 CM         | 26,60 m <sup>2</sup> | 30       | M2           | R\$ 29,90   | R\$ 897,00  |
| RODA PÉ PORCELANATO 60X60 CM | 2,7                  | 3        | M2           | R\$ 29,90   | R\$ 89,70   |
| REJUNTE                      |                      | 5        | SACO DE 1KG  | R\$ 3,90    | R\$ 19,50   |

| PAREDES E GESSO           |                       |          |          |             |              |
|---------------------------|-----------------------|----------|----------|-------------|--------------|
| MATERIAL                  | Área                  | Material |          | Valor unit. | Valor total  |
| FIBRA DE VIDRO            | 109,89 m <sup>2</sup> | 8,00     | ROLOS    | R\$ 154,00  | R\$ 1.232,00 |
| GESSO ACARTONADO ST       | 49,60 m <sup>2</sup>  | 22,00    | UNIDADES | R\$ 27,20   | R\$ 598,40   |
| GESSO ACARTONADO RU       | 32,32 m <sup>2</sup>  | 14       | UNIDADES | R\$ 42,00   | R\$ 588,00   |
| FORRO DE GESSO ST         | 25,44 m <sup>2</sup>  | 11       | UNIDADES | R\$ 27,20   | R\$ 299,20   |
| FORRO DE GESSO RU (BANHO) | 2,81 m <sup>2</sup>   | 2        | UNIDADES | R\$ 42,00   | R\$ 84,00    |
| CANTONEIRA PERFURADA      |                       | 2        | PERFILS  | R\$ 5,30    | R\$ 10,60    |
| FITA PARA JUNTAS          |                       | 2        | ROLOS    | R\$ 26,00   | R\$ 52,00    |
| GUIA 70                   |                       | 4        | PERFILS  | R\$ 12,12   | R\$ 48,48    |
| GUIA 48                   |                       | 20       | PERFILS  | R\$ 10,00   | R\$ 200,00   |
| MASSA DRYWALL 30 KG       |                       | 1        | BALDE    | R\$ 57,00   | R\$ 57,00    |
| MONTANTE 70- 2,80 M       |                       | 40       | UNIDADE  | R\$ 12,38   | R\$ 495,20   |

| PINTURA INTERNA        |       |          |               |             |             |
|------------------------|-------|----------|---------------|-------------|-------------|
| MATERIAL               | Área  | Material |               | Valor unit. | Valor total |
| 02 DEMÃO MASSA CORRIDA | 77,85 | 3        | BALDE DE 25KG | R\$ 40,00   | R\$ 120,00  |
| LIXAS                  | 77,85 | 1        | LIXAS         | R\$ 30,00   | R\$ 30,00   |
| 02 DEMÃOS DE TINTA     | 77,85 | 1        | BALDE DE 18L  | R\$ 259,00  | R\$ 259,00  |

| PINTURA EXTERNA   |        |          |                |             |             |
|-------------------|--------|----------|----------------|-------------|-------------|
| MATERIAL          | Área   | Material |                | Valor unit. | Valor total |
| LIXAS             | 112,75 | 1        | LIXAS          | R\$ 30,00   | R\$ 30,00   |
| FUNDO DE METAL    | 112,75 | 3        | BALDE DE 3,6L  | R\$ 76,50   | R\$ 229,50  |
| ANTI FERRUGEM     | 1      | 1        | BALDE DE 5 L   | R\$ 99,00   | R\$ 99,00   |
| 02 DEMÃO DE TINTA | 225,51 | 5        | BALDE DE 3,6 L | R\$ 69,95   | R\$ 349,75  |

| ESQUADRIAS                          |      |          |          |             |              |
|-------------------------------------|------|----------|----------|-------------|--------------|
| MATERIAL                            | Área | Material |          | Valor unit. | Valor total  |
| JANELAS 1,00 X 1,20 ALUMINIO        |      | 3        | UNIDADES | R\$ 360,00  | R\$ 1.080,00 |
| JANELA 0,60 X 0,60 ALUMINIO         |      | 1        | UNIDADES | R\$ 75,00   | R\$ 75,00    |
| PORTAS INTERNAS 0,80 X 2,10 MADEIRA |      | 2        | UNIDADES | R\$ 240,00  | R\$ 480,00   |
| PORTAS EXTERNAS 0,80 X 2,20         |      | 1        | UNIDADES | R\$ 450,00  | R\$ 450,00   |

| MATERIAL ELÉTRICO                    |                      |          |          |             |              |
|--------------------------------------|----------------------|----------|----------|-------------|--------------|
| MATERIAL                             | Área                 | Material |          | Valor unit. | Valor total  |
| LÂMPADAS LED 12W                     | 5                    | 5        | UNIDADES | R\$ 17,50   | R\$ 87,50    |
| TOMADAS SIMPLES TRAMONTINA LUX       | 15                   | 15       | UNIDADES | R\$ 6,45    | R\$ 96,75    |
| INTERRUPTORES                        | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 6,37    | R\$ 6,37     |
| INTERRUPTOR DUPLO                    | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 10,76   | R\$ 10,76    |
| INTERRUPTOR + TOMADA                 | 3                    | 3        | UNIDADES | R\$ 10,84   | R\$ 32,52    |
| PONTOS DE ILUMINAÇÃO                 | 5                    | 5        | UNIDADES | R\$ 2,50    | R\$ 12,50    |
| DISJUNTORES MONOFÁSICO 10A           | 4                    | 4        | UNIDADES | R\$ 8,50    | R\$ 34,00    |
| DISJUNTORES MO 40A                   | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 8,90    | R\$ 8,90     |
| ELETRODUTOS 20mm                     | 50 m                 | 50       | METROS   | R\$ 0,95    | R\$ 47,50    |
| QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO - 5 SAÍDAS    | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 15,90   | R\$ 15,90    |
| FIANÇA 2,5mm <sup>2</sup>            | 250 m                | 250      | METROS   | R\$ 1,09    | R\$ 272,50   |
| FIANÇA 6mm <sup>2</sup>              | 12 m                 | 12       | METROS   | R\$ 2,61    | R\$ 31,32    |
| HIDRAULICO                           |                      |          |          |             |              |
| MATERIAL                             | Área                 | Material |          | Valor unit. | Valor total  |
| CHUVEIRO ELETRICO                    | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 70,00   | R\$ 70,00    |
| BACIA SANITÁRIA                      | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 90,00   | R\$ 90,00    |
| CUBA                                 | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 400,00  | R\$ 400,00   |
| TANQUE                               | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 50,00   | R\$ 50,00    |
| TUBO PVC 20mm                        | 15 m                 | 15       | METROS   | R\$ 1,91    | R\$ 28,65    |
| JOELHOS 90 PVC 20mm                  | 8                    | 8        | UNIDADES | R\$ 0,51    | R\$ 4,08     |
| TÊ PVC 20mm                          | 4                    | 4        | UNIDADES | R\$ 0,60    | R\$ 2,40     |
| TUBO PVC 50mm                        | 8 m                  | 8        | METROS   | R\$ 5,35    | R\$ 42,80    |
| JOELHOS 90 PVC 50mm                  | 3                    | 3        | UNIDADES | R\$ 1,39    | R\$ 4,17     |
| TÊ PVC 50mm                          | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 4,20    | R\$ 4,20     |
| TUBO PVC 100mm                       | 2 m                  | 2        | METROS   | R\$ 7,90    | R\$ 15,80    |
| JOELHOS 45 PVC 100mm                 | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 4,95    | R\$ 4,95     |
| JUNÇÃO 45 PVC 100mm                  | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 13,28   | R\$ 13,28    |
| CAIXA SIFONADA                       | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 17,40   | R\$ 17,40    |
| RALO PVC                             | 2                    | 2        | UNIDADES | R\$ 6,79    | R\$ 13,58    |
| CAIXA DE GORDURA 150 COM SAIDA DE 50 | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 17,40   | R\$ 17,40    |
| HIDRÔMETRO                           | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 99,00   | R\$ 99,00    |
| RESERVATÓRIO 250l                    | 1                    | 1        | UNIDADES | R\$ 175,00  | R\$ 175,00   |
| COBERTURA                            |                      |          |          |             |              |
| MATERIAL                             | Área                 | Material |          | Valor unit. | Valor total  |
| CAMADA DE DRENAGEM                   |                      |          |          |             | R\$ 400,00   |
| CAMADA DE SOLO E SUBSTRATOS          |                      |          |          |             | R\$ 200,00   |
| VEGETAÇÃO RASTEIRA                   | 32,80 m <sup>2</sup> |          |          |             | R\$ 400,00   |
| EXTRAS                               |                      |          |          |             |              |
| MATERIAL                             | Área                 | Material |          | Valor unit. | Valor total  |
| PLACAS FOTOVOLTAICAS                 |                      |          |          |             | R\$ 3.800,00 |
| SISTEMA COLETOR ÁGUA DA CHUVA        |                      |          |          |             | R\$ 220,00   |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O valor total de materiais orçado para construir a habitação social foi de R\$ 14.755,56; mais o valor do *container* de R\$ 4.000,00; o valor do transporte igual a R\$ 2.000,00; e o valor da mão de obra de R\$ 5.710,00. Dessa forma, o valor total do custo de construção da casa-*container* (R\$ 14.755,56 + R\$ 4.000,00 + R\$ 2.000,00 + R\$ 5.710,00) foi de R\$ 26.465,56.

Para a construção de uma casa-*container*, considerou-se a contratação de uma empresa construtora responsável por todos os custos indiretos (administração do local), despesas, impostos e lucro operacional correspondente à obra. Para isso, conforme o mercado de Passo Fundo, foi somado 40% do valor total, tornando-se assim o custo de R\$ 37.051,36.

### 4.3.2 Orçamento para a construção de uma casa convencional

Para a construção de uma casa convencional, é realizada a contratação de uma equipe de profissionais, pedreiros e serventes responsáveis por executar desde a superestrutura até os acabamentos finais.

No orçamento da construção da casa convencional, foi estimado o valor em um regime de trabalho de uma empresa terceirizada com profissionais capacitados. Os preços são valores médios cobrados conforme tabelas do Sindicato da Construção Civil de Passo Fundo. Profissionais autônomos cobram pela área de serviço executada. Dessa forma, em um orçamento realizado com profissionais da área em janeiro de 2018, foram obtidos os seguintes valores: pedreiro e servente R\$ 11.305,00; pintor R\$ 700,00; eletricista R\$ 450,00; encanador R\$ 450,00, totalizando um valor de R\$ 12.905,00.

Os serviços orçados com os estes profissionais foram:

#### A) Equipe de pedreiro e servente

A equipe de profissionais pedreiro e servente devem realizar todos os serviços de construção, exceto, pintura, elétrica e hidráulica. O profissional é responsável pela escavação manual das sapatas, confecção das armaduras, fabricação do concreto em obra com betoneira e concretagem de todos os elementos estruturais, sapatas, pilares e vigas. Estes profissionais são responsáveis pelo fechamento em alvenaria das paredes e pelo reboco interno e externo, bem como a montagem da estrutura do telhado e o fechamento com telhas de fibrocimento.

#### B) Encanador e eletricista

O profissional encanador realizará a execução das instalações hidráulicas de água e esgoto conforme o projeto hidrossanitário, e o profissional eletricista conforme o projeto elétrico.

#### C) Pintor

O pintor realizará o serviço após o pedreiro finalizar o reboco interno e externo. Inicia com a aplicação de uma demão de selador por todas as paredes internas, depois duas demãos de massa corrida por todas as superfícies de paredes internas e tetos, deixando o tempo de secagem entre as demãos, e depois de secar, lixam-se as superfícies para que fiquem lisas. Depois desta etapa, é iniciada a pintura com tinta acrílica, e devem ser realizadas duas demãos

de tinta acrílica por toda a superfície interna. Na parte externa, primeiramente é realizada uma demão de selador diretamente no reboco e depois duas demãos de pintura com tinta acrílica externa, finalizando o serviço de pintura.

Quadro 15: Materiais para construção casa alvenaria

| ESTRUTURA     |                     |   |  |  |                         |
|---------------|---------------------|---|--|--|-------------------------|
| SAPATAS       | 29,75m <sup>2</sup> | 9 | Escavação, armadura e concreto de sapatas de 1mx1m |  | R\$ 485,00 R\$ 4.365,00 |
| VIGA BALDRAME | 29,75m <sup>2</sup> | 5 | Armadura e concreto vigas baldrame de 20cmx25cm    |  | R\$ 258,00 R\$ 1.290,00 |
| PILARES       | 29,75m <sup>2</sup> | 9 | Armadura e concreto pilares de 20cmx20cm h=2,7m    |  | R\$ 122,50 R\$ 1.102,50 |
| VIGAS         | 29,75m <sup>2</sup> | 5 | Vigas superiores de 20cm x 25cm                    |  | R\$ 258,00 R\$ 1.290,00 |

| PISO E RODAPÉ               |                      |    |              |             |             |
|-----------------------------|----------------------|----|--------------|-------------|-------------|
| MATERIAL                    | Área                 |    | Material     | Valor unit. | Valor total |
| ARGAMASSA COLANTE AC II     | 25,60 m <sup>2</sup> | 9  | SACO DE 20KG | R\$ 17,00   | R\$ 153,00  |
| PORCELANATO 60X60 CM        | 25,60 m <sup>2</sup> | 30 | M2           | R\$ 29,90   | R\$ 897,00  |
| RODAPÉ PORCELANATO 60X60 CM | 2,7                  | 3  | M2           | R\$ 29,90   | R\$ 89,70   |
| REJUNTE                     |                      | 5  | SACO DE 1KG  | R\$ 3,90    | R\$ 19,50   |

| PAREDES E REBOCO               |                     |       |                  |             |              |
|--------------------------------|---------------------|-------|------------------|-------------|--------------|
| MATERIAL                       | Área                |       | Material         | Valor unit. | Valor total  |
| ALVENARIA EXTERNA (20CM)       | 51,72m <sup>2</sup> | 931   | UNIDADES         | R\$ 1,20    | R\$ 1.117,20 |
| ALVENARIA INTERNA (15CM)       | 18,35m <sup>2</sup> | 331   | UNIDADES         | R\$ 1,05    | R\$ 347,55   |
| VERGAS E CONTRAVERGAS          | 15,37m              | 15,37 | METROS           | R\$ 24,45   | R\$ 375,80   |
| REBOCO INTERNO                 | 72,22m <sup>2</sup> | 72,22 | METROS QUADRADOS | R\$ 2,92    | R\$ 211,24   |
| REBOCO EXTERNO                 | 51,72m <sup>2</sup> | 51,72 | METROS QUADRADOS | R\$ 2,92    | R\$ 151,02   |
| REVESTIMENTO CERAMICO COMPLETO | 22,38m <sup>2</sup> | 22,38 | METROS QUADRADOS | R\$ 49,75   | R\$ 1.113,39 |

| PINTURA INTERNA        |                     |   |               |             |             |
|------------------------|---------------------|---|---------------|-------------|-------------|
| MATERIAL               | Área                |   | Material      | Valor unit. | Valor total |
| 02 DEMÃO MASSA CORRIDA | 72,22m <sup>2</sup> | 3 | BALDE DE 25KG | R\$ 40,00   | R\$ 120,00  |
| LIXAS                  | 72,22m <sup>2</sup> | 1 | LIXAS         | R\$ 30,00   | R\$ 30,00   |
| 02 DEMÃOS DE TINTA     | 72,22m <sup>2</sup> | 1 | BALDE DE 18L  | R\$ 259,00  | R\$ 259,00  |

| PINTURA EXTERNA    |                     |   |              |             |             |
|--------------------|---------------------|---|--------------|-------------|-------------|
| MATERIAL           | Área                |   | Material     | Valor unit. | Valor total |
| SELADOR            | 51,72m <sup>2</sup> | 1 | GALAO DE 3,6 | R\$ 56,00   | R\$ 56,00   |
| 02 DEMÃOS DE TINTA | 51,72m <sup>2</sup> | 1 | BALDE DE 18L | R\$ 320,00  | R\$ 320,00  |

| ESQUADRIAS                          |      |   |          |             |              |
|-------------------------------------|------|---|----------|-------------|--------------|
| MATERIAL                            | Área |   | Material | Valor unit. | Valor total  |
| JANELAS 1,00 X 1,20 ALUMINIO        |      | 3 | UNIDADES | R\$ 360,00  | R\$ 1.080,00 |
| JANELA 0,60 X 0,60 ALUMINIO         |      | 1 | UNIDADES | R\$ 75,00   | R\$ 75,00    |
| PORTAS INTERNAS 0,80 X 2,10 MADEIRA |      | 2 | UNIDADES | R\$ 240,00  | R\$ 480,00   |
| PORTAS EXTERNAS 0,80 X 2,20         |      | 1 | UNIDADES | R\$ 450,00  | R\$ 450,00   |

| MATERIAL ELÉTRICO                 |       |     |          |             |             |
|-----------------------------------|-------|-----|----------|-------------|-------------|
| MATERIAL                          | Área  |     | Material | Valor unit. | Valor total |
| LÂMPADAS LED 12W                  | 5     | 5   | UNIDADES | R\$ 17,50   | R\$ 87,50   |
| TOMADAS SIMPLES TRAMONTINA LUX    | 15    | 15  | UNIDADES | R\$ 6,45    | R\$ 96,75   |
| INTERRUPTORES                     | 1     | 1   | UNIDADES | R\$ 6,37    | R\$ 6,37    |
| INTERRUPTOR DUPLO                 | 1     | 1   | UNIDADES | R\$ 10,76   | R\$ 10,76   |
| INTERRUPTOR + TOMADA              | 3     | 3   | UNIDADES | R\$ 10,84   | R\$ 32,52   |
| PONTOS DE ILUMINAÇÃO              | 5     | 5   | UNIDADES | R\$ 2,50    | R\$ 12,50   |
| DISJUNTORES MONOFÁSICO 10A        | 4     | 4   | UNIDADES | R\$ 8,50    | R\$ 34,00   |
| DISJUNTORES MO 40A                | 1     | 1   | UNIDADES | R\$ 8,90    | R\$ 8,90    |
| ELETRODUTOS 20mm                  | 50 m  | 50  | METROS   | R\$ 0,95    | R\$ 47,50   |
| QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO - 5 SAÍDAS | 1     | 1   | UNIDADES | R\$ 15,90   | R\$ 15,90   |
| FIANÇA 2,5mm <sup>2</sup>         | 250 m | 250 | METROS   | R\$ 1,09    | R\$ 272,50  |
| FIANÇA 6mm <sup>2</sup>           | 12 m  | 12  | METROS   | R\$ 2,61    | R\$ 31,32   |

| HIDRAULICO                           |      |          |          |             |             |
|--------------------------------------|------|----------|----------|-------------|-------------|
| MATERIAL                             | Área | Material |          | Valor unit. | Valor total |
| CHUVEIRO ELETRICO                    | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 70,00   | R\$ 70,00   |
| BACIA SANITÁRIA                      | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 90,00   | R\$ 90,00   |
| CUBA                                 | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 400,00  | R\$ 400,00  |
| TANQUE                               | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 50,00   | R\$ 50,00   |
| TUBO PVC 20mm                        | 15 m | 15       | METROS   | R\$ 1,91    | R\$ 28,65   |
| JOELHOS 90 PVC 20mm                  | 8    | 8        | UNIDADES | R\$ 0,51    | R\$ 4,08    |
| TÊ PVC 20mm                          | 4    | 4        | UNIDADES | R\$ 0,60    | R\$ 2,40    |
| TUBO PVC 50mm                        | 8 m  | 8        | METROS   | R\$ 5,35    | R\$ 42,80   |
| JOELHOS 90 PVC 50mm                  | 3    | 3        | UNIDADES | R\$ 1,39    | R\$ 4,17    |
| TÊ PVC 50mm                          | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 4,20    | R\$ 4,20    |
| TUBO PVC 100mm                       | 2 m  | 2        | METROS   | R\$ 7,90    | R\$ 15,80   |
| JOELHOS 45 PVC 100mm                 | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 4,95    | R\$ 4,95    |
| JUNÇÃO 45 PVC 100mm                  | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 13,28   | R\$ 13,28   |
| CAIXA SIFONADA                       | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 17,40   | R\$ 17,40   |
| RALO PVC                             | 2    | 2        | UNIDADES | R\$ 6,79    | R\$ 13,58   |
| CAIXA DE GORDURA 150 COM SAIDA DE 50 | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 17,40   | R\$ 17,40   |
| HIDRÔMETRO                           | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 99,00   | R\$ 99,00   |
| RESERVATÓRIO 250l                    | 1    | 1        | UNIDADES | R\$ 175,00  | R\$ 175,00  |

| COBERTURA             |                     |          |                       |             |              |
|-----------------------|---------------------|----------|-----------------------|-------------|--------------|
| MATERIAL              | Área                | Material |                       | Valor unit. | Valor total  |
| TELHA DE FIBROCIMENTO | 29,75m <sup>2</sup> | 15       | TELHAS FIBROCIMENTO   | R\$ 75,60   | R\$ 1.134,00 |
| ESTRUTURA TELHADO     | 29,75m <sup>2</sup> | 45       | MADEIRA/PREGOS/ARAMES | R\$ 17,00   | R\$ 765,00   |

| COBERTURA                   |                      |          |  |             |             |
|-----------------------------|----------------------|----------|--|-------------|-------------|
| MATERIAL                    | Área                 | Material |  | Valor unit. | Valor total |
| CAMADA DE DRENAGEM          |                      |          |  |             | R\$ 400,00  |
| CAMADA DE SOLO E SUBSTRATOS |                      |          |  |             | R\$ 200,00  |
| VEGETAÇÃO RASTEIRA          | 32,80 m <sup>2</sup> |          |  |             | R\$ 400,00  |

| EXTRAS                        |      |          |  |             |              |
|-------------------------------|------|----------|--|-------------|--------------|
| MATERIAL                      | Área | Material |  | Valor unit. | Valor total  |
| PLACAS FOTOVOLTAICAS          |      |          |  |             | R\$ 3.800,00 |
| SISTEMA COLETOR ÁGUA DA CHUVA |      |          |  |             | R\$ 220,00   |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O valor total de materiais orçado para construir a habitação social foi de R\$ 24.021,13; mais o valor da mão de obra de R\$ 12.905,00. Dessa forma, o valor total do custo de construção da casa em alvenaria convencional (R\$ 24.021,13 + R\$ 12.905,00) foi de R\$ 36.926,13.

Para a construção da casa convencional, do mesmo modo que foi realizado com a construção da casa-*container*, foi acrescentado um valor de 40% sobre o valor de produção correspondente à contratação de uma empresa construtora, sendo assim a casa convencional passou a ter um custo de R\$ 51.696,58.

#### 4.4 ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DA CASA-CONTAINER E DA HABITAÇÃO CONVENCIONAL PARA SABER QUAL MORADIA POSSUI O MENOR CUSTO AO FINAL DO CICLO DE VIDA DE 50 ANOS

Nesta etapa, foi realizada uma análise de viabilidade econômica a fim de se verificar qual dos sistemas é mais viável economicamente com base nas manutenções necessárias em um tempo de ciclo de vida de 50 anos, considerando-se os diferentes materiais que constituem ambos os sistemas construtivos.

Foi proposto analisar-se um período de ciclo de vida de 50 anos pelo fato de que, após determinado tempo, a edificação chega em nível de desempenho insatisfatório, que define o final da vida útil do projeto. Dessa forma, os cuidados de manutenção tanto na edificação convencional quanto na *casa-container*, no tempo de até 50 anos, são necessários para que tenham um desempenho adequado.

##### **4.4.1 Casa-container – Materiais que compõem superfície interna e externa**

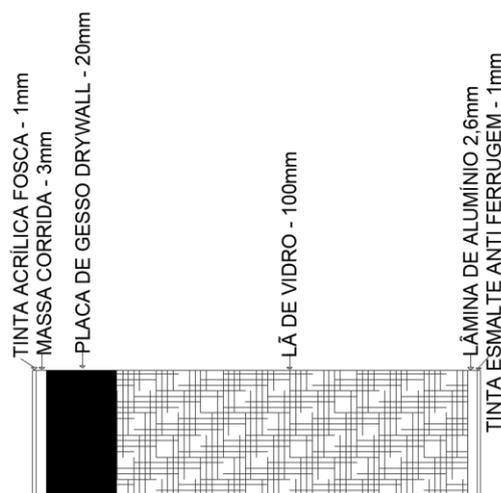
Os materiais que compõem a superfície da *casa-container* da parte interna para a externa são, em ordem: tinta acrílica fosca, massa corrida, placa de gesso drywall, lã de vidro, lâmina de alumínio e tinta esmalte antiferrugem.

A tinta acrílica fosca utilizada na parte interna é aplicada duas demãos conforme recomendação de catálogos técnicos de fornecedores, constituindo uma película de 1mm de cobertura.

A massa corrida é aplicada em duas demãos formando uma cobertura de 3mm, em seguida são colocadas placas de gesso acantonado drywall de 20mm sob uma estrutura metálica fixada na lâmina de alumínio.

O isolamento com a lã de vidro tem uma espessura de 100mm, após vem a lâmina de alumínio do *container* e por último a tinta antiferrugem.

Figura 65: Materiais que compõem a estrutura casa-container



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

No Quadro 16, pode-se verificar a quantidade de aplicações necessárias para cada material utilizado na casa-container.

A lâmina de alumínio que constitui a estrutura do container se mantém por 50 anos, pois a cada 2 anos será reaplicada a tinta esmalte antiferrugem com a função de proteger a lâmina.

A lâmina de vidro e a lâmina de alumínio não necessitam reaplicações. As placas de gesso acartonado possuem uma garantia de fabricante de 5 anos. Foram dimensionados 20 anos de durabilidade tendo em vista sua constante manutenção.

Quadro 16: Tempo durabilidade material – Casa-container

| Casa-container - Durabilidade |                      |               |                        |             |                    |                             |
|-------------------------------|----------------------|---------------|------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|
| Ano/ Material                 | Tinta acrílica fosca | Massa Corrida | Placa de gesso drywall | Lã de vidro | Lâmina de alumínio | Tinta esmalte anti ferrugem |
| Ano 1                         | APLICAÇÃO 1          | APLICAÇÃO 1   | APLICAÇÃO 1            | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1        | APLICAÇÃO 1                 |
| Ano 2                         |                      |               |                        |             |                    | APLICAÇÃO 2                 |
| Ano 3                         |                      |               |                        |             |                    | APLICAÇÃO 3                 |
| Ano 4                         | APLICAÇÃO 2          | APLICAÇÃO 1   | APLICAÇÃO 1            | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1        | APLICAÇÃO 2                 |
| Ano 5                         |                      |               |                        |             |                    | APLICAÇÃO 3                 |
| Ano 6                         | APLICAÇÃO 3          | APLICAÇÃO 1   | APLICAÇÃO 1            | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1        | APLICAÇÃO 3                 |
| Ano 7                         |                      |               |                        |             |                    | APLICAÇÃO 4                 |
| Ano 8                         |                      |               |                        |             |                    | APLICAÇÃO 4                 |

|        |              |              |             |             |             |              |             |             |             |              |
|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Ano 9  |              |              |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 10 | APLICAÇÃO 4  | APLICAÇÃO 2  | APLICAÇÃO 2 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 5  |             |             |             |              |
| Ano 11 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 6  |             |             |             |              |
| Ano 12 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 7  |             |             |             |              |
| Ano 13 | APLICAÇÃO 5  |              |             |             |             | APLICAÇÃO 8  |             |             |             |              |
| Ano 14 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 9  |             |             |             |              |
| Ano 15 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 10 |             |             |             |              |
| Ano 16 | APLICAÇÃO 6  |              |             |             |             | APLICAÇÃO 3  | APLICAÇÃO 2 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 11 |
| Ano 17 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 12 |
| Ano 18 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 13 |
| Ano 19 | APLICAÇÃO 7  |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 14 |
| Ano 20 |              | APLICAÇÃO 15 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 21 |              | APLICAÇÃO 16 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 22 | APLICAÇÃO 8  | APLICAÇÃO 4  | APLICAÇÃO 3 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1 |              |             |             |             | APLICAÇÃO 17 |
| Ano 23 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 18 |
| Ano 24 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 19 |
| Ano 25 | APLICAÇÃO 9  |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 20 |
| Ano 26 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 21 |             |             |             |              |
| Ano 27 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 22 |             |             |             |              |
| Ano 28 | APLICAÇÃO 10 |              |             |             |             | APLICAÇÃO 5  | APLICAÇÃO 4 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 23 |
| Ano 29 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 24 |
| Ano 30 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 25 |
| Ano 31 | APLICAÇÃO 11 |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 5  |
| Ano 32 |              | APLICAÇÃO 27 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 33 |              | APLICAÇÃO 28 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 34 | APLICAÇÃO 12 | APLICAÇÃO 29 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 35 |              | APLICAÇÃO 30 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 36 |              | APLICAÇÃO 31 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 37 | APLICAÇÃO 13 | APLICAÇÃO 5  | APLICAÇÃO 4 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1 |              |             |             |             |              |
| Ano 38 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 33 |             |             |             |              |
| Ano 39 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 34 |             |             |             |              |
| Ano 40 | APLICAÇÃO 14 |              |             |             |             | APLICAÇÃO 35 |             |             |             |              |
| Ano 41 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 36 |             |             |             |              |
| Ano 42 |              |              |             |             |             | APLICAÇÃO 37 |             |             |             |              |
| Ano 43 | APLICAÇÃO 15 |              |             |             |             | APLICAÇÃO 5  | APLICAÇÃO 4 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 38 |
| Ano 44 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 39 |
| Ano 45 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 40 |
| Ano 46 | APLICAÇÃO 16 |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 41 |
| Ano 47 |              | APLICAÇÃO 42 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 48 |              | APLICAÇÃO 43 |             |             |             |              |             |             |             |              |
| Ano 49 | APLICAÇÃO 17 | APLICAÇÃO 5  | APLICAÇÃO 4 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 1 |              |             |             |             | APLICAÇÃO 44 |
| Ano 50 |              |              |             |             |             |              |             |             |             | APLICAÇÃO 45 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

No Quadro 17, pode-se verificar que a tinta antiferrugem possui o maior número de aplicações, cerca de 25 vezes na parte externa. A tinta acrílica fosca apresenta 17 aplicações na parte interna, seguida pela massa corrida, com 5 aplicações no acabamento interno. Os valores foram levantados conforme o item 4.3.1, onde estão os resultados com relação à pesquisa de preço de mercado feita na cidade de Passo Fundo – RS.

Quadro 17: Número de aplicações, valor material e mão de obra – *Casa-container*

|                            | <b>APLICAÇÕES</b> | <b>VALOR APLICAÇÃO MATERIAL</b> | <b>VALOR APLICAÇÃO MÃO DE OBRA</b> | <b>TOTAL MÃO DE OBRA E MATERIAL CASA CONVENCIONAL</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| Tinta acrílica fosca       | 17                | R\$ 259,00                      | R\$ 155,70                         | R\$ 414,70  |
| Massa Corrida              | 5                 | R\$ 120,00                      | R\$ 311,40                         | R\$ 431,40  |
| Placa de gesso Drywall     | 3                 | R\$ 2.432,88                    | R\$ 2.000,00                       | R\$ 4.432,88  |
| Lã de vidro                | 1                 | R\$ -                           | R\$ -                              | R\$ -   |
| Lâmina de alumínio         | 1                 | R\$ -                           | R\$ -                              | R\$ -   |
| Tinta esmalte antiferrugem | 25                | R\$ 678,25                      | R\$ 225,50                         | R\$ 903,75  |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quadro 18: Valor material e mão de obra por período – *casa-container*

| <b>Casa-container - Durabilidade</b> |                             |                      |                               |                    |                           |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| <b>Ano/ Material</b>                 | <b>Tinta acrílica fosca</b> | <b>Massa Corrida</b> | <b>Placa de gesso drywall</b> | <b>Lã de vidro</b> | <b>Lâmina de alumínio</b> | <b>Tinta esmalte antiferrugem</b> |
| Ano 1                                | R\$ -                       | R\$ -                | R\$ -                         | R\$ -              | R\$ -                     | R\$ -                             |
| Ano 2                                |                             |                      |                               |                    |                           | R\$ 903,75                        |
| Ano 3                                |                             |                      |                               |                    |                           | R\$ 903,75                        |
| Ano 4                                | R\$ 414,70                  |                      |                               |                    |                           | R\$ -                             |
| Ano 5                                |                             |                      |                               |                    |                           | R\$ -                             |
| Ano 6                                |                             |                      |                               |                    |                           | R\$ -                             |

|        |            |        |     |          |  |            |
|--------|------------|--------|-----|----------|--|------------|
| Ano 7  |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 8  | R\$ 414,70 |        |     |          |  |            |
| Ano 9  |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 10 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 11 | R\$ 414,70 |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 12 |            | 431,40 |     |          |  |            |
| Ano 13 |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 14 | R\$ 414,70 |        |     |          |  |            |
| Ano 15 |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 16 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 17 | R\$ 414,70 |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 18 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 19 |            | R\$    |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 20 | R\$ 414,70 |        |     |          |  |            |
| Ano 21 |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 22 |            | 431,40 |     |          |  |            |
| Ano 23 | R\$ 414,70 |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 24 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 25 |            |        |     | 4.432,88 |  | R\$ 903,75 |
| Ano 26 | R\$ 414,70 |        |     |          |  |            |
| Ano 27 |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 28 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 29 | R\$ 414,70 |        | R\$ |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 30 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 31 |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 32 | R\$ 414,70 |        |     |          |  |            |
| Ano 33 |            | 431,40 |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 34 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 35 | R\$ 414,70 |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 36 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 37 |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 38 | R\$ 414,70 |        |     | R\$      |  |            |
| Ano 39 |            |        | R\$ |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 40 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 41 | R\$ 414,70 |        |     |          |  | R\$ 903,75 |
| Ano 42 |            |        |     |          |  |            |
| Ano 43 |            | R\$    |     | R\$      |  | R\$ 903,75 |
| Ano 44 | R\$ 414,70 | 431,40 |     | 4.432,88 |  |            |
| Ano 45 |            |        |     |          |  | R\$ 903,75 |

|        |            |  |  |  |  |            |
|--------|------------|--|--|--|--|------------|
| Ano 46 | R\$ 414,70 |  |  |  |  |            |
| Ano 47 |            |  |  |  |  | R\$ 903,75 |
| Ano 48 |            |  |  |  |  |            |
| Ano 49 | R\$ 414,70 |  |  |  |  | R\$ 903,75 |
| Ano 50 |            |  |  |  |  |            |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ao final dos 50 anos, o valor presente de cada material e da mão de obra para realizar a troca de material é representado no Quadro 19, gerando um valor de R\$ 38.916,56.

Quadro 19: Valor material e mão de obra – Casa-container.

| MATERIAIS                   | TOTAL                |
|-----------------------------|----------------------|
| Tinta acrílica fosca        | R\$ 6.635,20         |
| Massa Corrida               | R\$ 1.725,60         |
| Placa de gesso drywall      | R\$ 8.865,76         |
| Lã de vidro                 | R\$ -                |
| Lâmina de alumínio          | R\$ -                |
| Tinta esmalte antiferrugem  | R\$ 21.690,00        |
| <b>Total casa-container</b> | <b>R\$ 38.916,56</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.4.2 Casa convencional - Materiais que compõem a superfície interna e externa

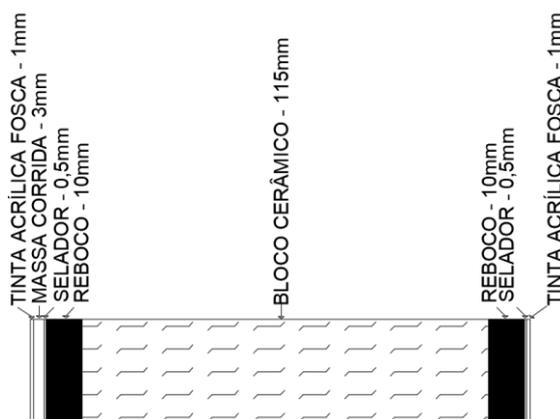
Os materiais que compõem a superfície da casa convencional da parte interna para a externa são, em ordem: tinta acrílica fosca, massa corrida, selador, reboco interno, bloco cerâmico, reboco externo, selador e por fim tinta acrílica fosca.

A tinta acrílica fosca utilizada na parte interna é aplicada em duas demãos conforme recomendação dos catálogos técnicos de fornecedores, constituindo uma película de 1mm de cobertura.

A massa corrida é aplicada em duas demãos, formando uma cobertura de 3mm. Depois, é aplicado o selador no reboco interno que é constituído de chapisco, emboço e reboco.

O chapisco é aplicado sobre os blocos cerâmicos, da mesma forma que ocorre na parte externa, em que reboco externo é aplicado nos blocos cerâmicos. Assim, sobre o reboco, é aplicado uma demão de selador e duas demãos de tinta acrílica fosca.

Figura 66: Materiais compõem estrutura casa-*container*



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para cada material que constitui a superfície da parte interna para a parte externa de ambos os sistemas, será analisado conforme dados técnicos de fabricantes, a vida útil desses materiais para o ambiente em que está inserida a construção e, dessa forma, se realiza a substituição de cada material no tempo adequado. Assim, serão analisadas quantas vezes será necessário realizar a substituição dos materiais da superfície de cada um dos sistemas construtivos.

Em um determinado período, substitui-se um material do acabamento, que está deteriorado pelo tempo por outro material novo, realizando, assim, uma nova aplicação. Em 50 anos, tem-se uma determinada quantidade de reaplicações de materiais para manter a conservação, tanto da casa convencional, quanto da casa-*container*.

No Quadro 19, pode-se verificar a quantidade de aplicações necessárias de cada material para a casa convencional, baseada em catálogos técnicos. A tinta acrílica fosca externa possui uma quantidade maior de aplicações que o mesmo produto quando aplicado internamente, uma vez que está sujeita a intempéries. Para o reboco, segundo Gaspar e Brito (2005), de acordo com os dados analisados em seus estudos, o tempo de serviço de rebocos correntes aplicados em fachadas poderá situar-se entre 17 e 21 anos. Dessa forma, foi adotado o valor de 20 anos para reparação do reboco interno e externo.



|        |              |             |             |             |             |             |              |              |
|--------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Ano 36 |              |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 37 | APLICAÇÃO 13 |             |             |             |             |             | APLICAÇÃO 19 |              |
| Ano 38 |              |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 39 |              |             |             |             |             |             | APLICAÇÃO 20 |              |
| Ano 40 | APLICAÇÃO 14 |             |             |             |             |             | APLICAÇÃO 21 |              |
| Ano 41 |              |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 42 |              |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 43 | APLICAÇÃO 15 | APLICAÇÃO 5 | APLICAÇÃO 5 | APLICAÇÃO 3 | APLICAÇÃO 1 | APLICAÇÃO 3 | APLICAÇÃO 5  | APLICAÇÃO 22 |
| Ano 44 |              |             |             |             |             |             |              | APLICAÇÃO 23 |
| Ano 45 |              |             |             |             |             |             |              | APLICAÇÃO 24 |
| Ano 46 | APLICAÇÃO 25 |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 47 |              |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 48 | APLICAÇÃO 16 |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 49 |              |             |             |             |             |             |              |              |
| Ano 50 |              |             |             |             |             |             |              |              |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para um tempo de 50 anos, será necessária uma série de reaplicações do acabamento, o que ocasiona um gasto tanto de material quanto de mão de obra para manter a conservação da casa convencional. Conforme dados levantados em catálogos técnicos de fabricantes, buscou-se o tempo de validade de cada material, o que pode ser visualizado no Quadro 21. A tinta acrílica fosca possui o maior número de aplicações, cerca de 25 vezes na parte externa e 17 vezes na parte interna, seguido pelo selador, com 5 vezes, tanto na parte interna quanto externa. Os valores foram levantados conforme o item 4.3.2, onde estão os resultados com relação à pesquisa de preço de mercado feita na cidade de Passo Fundo – RS.

Quadro 21: Número de aplicações, valor material e mão de obra – casa-convencional.

|                        | APLICAÇÕES | VALOR<br>APLICAÇÃO<br>MATERIAL | VALOR<br>APLICAÇÃO<br>MÃO DE OBRA | TOTAL MÃO DE OBRA E<br>MATERIAL CASA<br>CONVENCIONAL |
|------------------------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| Tinta acrílica fosca   | 17         | R\$ 259,00                     | R\$ 173,32                        | R\$ 432,32   |
| Massa Corrida          | 5          | R\$ 120,00                     | R\$ 252,77                        | R\$ 372,77   |
| Selador                | 5          | R\$ 56,00                      | R\$ 86,66                         | R\$ 142,66   |
| Reboco em<br>argamassa | 3          | R\$ 211,24                     | R\$ 722,22                        | R\$ 933,46   |
| Blocos cerâmicos       | 1          | R\$ -                          | R\$ -                             | R\$ -  |
| Reboco em<br>argamassa | 3          | R\$ 151,02                     | R\$ 517,20                        | R\$ 668,22   |
| Selador                | 5          | R\$ 56,00                      | R\$ 62,06                         | R\$ 118,06   |
| Tinta acrílica fosca   | 25         | R\$ 320,00                     | R\$ 124,13                        | R\$ 444,13   |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

No Quadro 22, pode-se verificar o valor total de mão de obra e do material para a casa convencional em cada ano do ciclo de vida. O valor manteve-se sem levar em consideração a inflação, a fim de comparar os resultados no fim dos 50 anos de ciclo de vida.

Quadro 22: Valor material e mão de obra por período – casa convencional

| Casa convencional - Durabilidade - Valores |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
|--|----------------------|---------------|---------|---------------------|------------------|---------------------|---------|----------------------|
| Ano/ Material                              | Tinta acrílica fosca | Massa Corrida | Selador | Reboco em argamassa | Blocos cerâmicos | Reboco em argamassa | Selador | Tinta acrílica fosca |
| Ano 1                                      | R\$ -                | -             | -       |                     |                  | -                   | -       | R\$ -                |
| Ano 2                                      |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 3                                      |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 4                                      | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 5                                      |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 6                                      |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 7                                      | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 8                                      |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 9                                      |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 10                                     | R\$ 432,32           | R\$           | R\$     |                     |                  |                     | R\$     |                      |
| Ano 11                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 12                                     |                      | 372,77        | 142,66  |                     |                  |                     | 118,06  | R\$ 444,13           |
| Ano 13                                     | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 14                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 15                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 16                                     | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 17                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 18                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 19                                     | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 20                                     |                      | R\$           | R\$     |                     |                  | R\$                 | R\$     |                      |
| Ano 21                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 22                                     | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 23                                     |                      | 372,77        | 142,66  |                     |                  |                     | 118,06  | R\$ 444,13           |
| Ano 24                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 25                                     | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 26                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 27                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 28                                     | R\$ 432,32           |               |         |                     |                  |                     |         |                      |
| Ano 29                                     |                      |               |         |                     |                  |                     |         | R\$ 444,13           |
| Ano 30                                     |                      | R\$           | R\$     | R\$ 933,46          | R\$              | R\$ 668,22          | R\$     |                      |

|        |            |            |            |            |  |            |            |
|--------|------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|
| Ano 31 | R\$ 432,32 | 372,77     | 142,66     |            |  | 118,06     | R\$ 444,13 |
| Ano 32 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 33 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 34 | R\$ 432,32 |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 35 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 36 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 37 | R\$ 432,32 | R\$ 372,77 | R\$ 142,66 |            |  | R\$ 118,06 | R\$ 444,13 |
| Ano 38 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 39 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 40 | R\$ 432,32 |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 41 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 42 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 43 | R\$ 432,32 | R\$ 372,77 | R\$ 142,66 | R\$ 933,46 |  | R\$ 668,22 | R\$ 444,13 |
| Ano 44 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 45 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 46 | R\$ 432,32 |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 47 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 48 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |
| Ano 49 | R\$ 432,32 | R\$ 372,77 | R\$ 142,66 | R\$ 933,46 |  | R\$ 668,22 | R\$ 444,13 |
| Ano 50 |            |            |            |            |  |            | R\$ 444,13 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A casa convencional apresentou um custo final de manutenções num valor presente de R\$ 23.313,56 no fim de 50 anos, conforme pode ser visualizado no quadro 23.

Quadro 23: Valor manutenção material e mão de obra– Casa Convencional

| MATERIAIS                      | TOTAL                |
|--------------------------------|----------------------|
| Tinta acrílica fosca           | R\$ 6.917,12         |
| Massa Corrida                  | R\$ 1.491,08         |
| Selador                        | R\$ 570,64           |
| Reboco em argamassa            | R\$ 1.866,92         |
| Blocos cerâmicos               | R\$ -                |
| Reboco em argamassa            | R\$ 1.336,44         |
| Selador                        | R\$ 472,24           |
| Tinta acrílica fosca           | R\$ 10.659,12        |
| <b>Total Casa Convencional</b> | <b>R\$ 23.313,56</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.4.3 Gastos com aquisição e manutenção de ambos os sistemas construtivos – custo produção e manutenção

Conforme os cenários da viabilidade econômica para a manutenção da casa convencional e da casa-*container* com tempos diferentes, são realizadas análises que demonstram qual sistema construtivo é o mais vantajoso no decorrer do tempo.

A casa-*container* no ano 1 apresenta um custo de R\$ 37.051,36, e a casa convencional apresenta um custo de R\$ 51.696,58, após ser entregue pela empresa construtora ao proprietário. A partir do terceiro ano, iniciam-se os gastos com manutenção, sendo que a casa convencional requer um custo de manutenção de R\$ 444,13 correspondente a reaplicação da tinta acrílica fosca. A casa-*container* apresenta um custo de R\$ 903,75 na manutenção para a pintura com a tinta esmalte anti-ferrugem.

No ano 42, com um custo de manutenção da casa convencional de R\$ 20.240,08, juntamente com o valor de produção de R\$ 51.696,58 têm-se um valor total de R\$ 71.936,66, e, por outro lado, a casa-*container* apresenta um custo de R\$ 71.108,82. O ano 42 é o último ano em que a casa-*container* possui um valor menor no somatório de produção mais manutenção em comparação com a casa convencional.

Quadro 24: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 42– casa convencional

| MATERIAIS            | Total Ano 42 - Casa convencional |                                  |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Tinta acrílica fosca | R\$ 5.620,16                     |                                  |
| Massa Corrida        | R\$ 1.491,08                     |                                  |
| Selador              | R\$ 570,64                       |                                  |
| Reboco em argamassa  | R\$ 1866,92                      |                                  |
| Blocos cerâmicos     | R\$ -                            |                                  |
| Reboco em argamassa  | R\$ 1336,44                      |                                  |
| Selador              | R\$ 472,24                       |                                  |
| Tinta acrílica fosca | R\$ 8.882,60                     | Preço produção casa convencional |
|                      | R\$ 20.240,08                    | <b>R\$ 51.696,58</b>             |
| <b>PREÇO TOTAL</b>   |                                  | <b>R\$ 71.936,66</b>             |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quadro 25: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 42 – casa-container

| <b>MATERIAIS</b>            | <b>Total Ano 42 - casa-container</b> |                               |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Tinta acrílica fosca        | R\$ 5.391,10                         |                               |
| Massa Corrida               | R\$ 1.725,60                         |                               |
| Placa de gesso drywall      | R\$ 8.865,76                         |                               |
| Lã de vidro                 | R\$ -                                |                               |
| Lâmina de alumínio          | R\$ -                                |                               |
| Tinta esmalte anti ferrugem | R\$ 18.075,00                        | Preço produção casa-container |
|                             | R\$ 34.057,46                        | <b>R\$ 37.051,36</b>          |
| <b>PREÇO TOTAL</b>          |                                      | <b>R\$ 71.108,82</b>          |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ao final dos 50 anos de ciclo de vida, a casa-container apresenta um custo maior na produção e manutenção do que a casa convencional, sendo R\$ 75.967,92, enquanto que a casa convencional apresenta o valor de R\$ 75.010,14.

Quadro 26: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 50 – casa convencional

| <b>MATERIAIS</b>     | <b>Total Ano 50 - Casa convencional</b> |                                  |
|----------------------|---|----------------------------------|
| Tinta acrílica fosca | R\$ 6.917,12                            |                                  |
| Massa Corrida        | R\$ 1.491,08                            |                                  |
| Selador              | R\$ 570,64                              |                                  |
| Reboco em argamassa  | R\$ 1.866,92                            |                                  |
| Blocos cerâmicos     | R\$ -                                   |                                  |
| Reboco em argamassa  | R\$ 1.336,44                            |                                  |
| Selador              | R\$ 472,24                              |                                  |
| Tinta acrílica fosca | R\$ 10.659,12                           | Preço produção casa convencional |
|                      | <b>R\$ 23.313,56</b>                    | <b>R\$ 51.696,58</b>             |
| <b>PREÇO TOTAL</b>   |   | <b>R\$ 75.010,14</b>             |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quadro 27: Valor material e mão de obra na manutenção Ano 50– casa-container

| <b>MATERIAIS</b>            | <b>Total Ano 50 - Casa-container</b> |                               |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Tinta acrílica fosca        | R\$ 6.635,20                         |                               |
| Massa Corrida               | R\$ 1.725,60                         |                               |
| Placa de gesso drywall      | R\$ 8.865,76                         |                               |
| Lã de vidro                 | R\$ -                                |                               |
| Lâmina de alumínio          | R\$ -                                |                               |
| Tinta esmalte anti ferrugem | R\$ 21.690,00                        | Preço produção casa-container |
|                             | <b>R\$ 38.916,56</b>                 | <b>R\$ 37.051,36</b>          |
| <b>PREÇO TOTAL</b>          |                                      | <b>R\$ 75.967,92</b>          |

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

#### 4.5 COMPARATIVO CICLO DE VIDA DE 50 ANOS EM TEMPO DE MANUTENÇÃO PADRÃO, TEMPO INTERMEDIÁRIO E TEMPO MÁXIMO PARA MANUTENÇÃO DE MATERIAL E MÃO DE OBRA DE CASAS-CONTAINER E CASAS CONVENCIONAIS

Para um ciclo de vida de 50 anos, a manutenção dos materiais foi analisada com três tempos distintos, um tempo padrão, em que é realizada a troca do material antes do início de sua deterioração. O tempo intermediário em que o prazo de durabilidade do material é maior, exigindo uma menor quantidade de reposição, em média 17% a mais que o tempo padrão. E, por último, o tempo máximo, em média 23% a mais que o tempo padrão, sendo o máximo possível para utilização de cada material do ciclo de vida.

##### 4.5.1 Ciclo de vida tempo padrão

O preço de produção da casa convencional é de R\$ 51.696,58, mais o gasto de R\$ 23.313,56 com custos de manutenção, num ciclo de vida de 50 anos, gerando um custo total de produção e de manutenção de R\$ 75.010,14.

Quadro 28: Ciclo de vida tempo padrão da casa convencional

| MATERIAL                       | APLICAÇÕES | TOTAL MÃO DE OBRA E MATERIAL |
|--------------------------------|------------|------------------------------|
| Tinta acrílica fosca           | 16         | R\$ 6.917,12                 |
| Massa Corrida                  | 4          | R\$ 1.491,08                 |
| Selador                        | 4          | R\$ 570,64                   |
| Reboco em argamassa            | 2          | R\$ 1.866,92                 |
| Blocos cerâmicos               | 0          | R\$ -                        |
| Reboco em argamassa            | 2          | R\$ 1.336,44                 |
| Selador                        | 4          | R\$ 472,24                   |
| Tinta acrílica fosca           | 24         | R\$ 10.659,12                |
| <b>TOTAL CASA CONVENCIONAL</b> |            | <b>R\$ 23.313,56</b>         |

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O preço de produção da casa-container é de R\$ 37.051,36, mais o gasto de R\$ 38.916,56 com custos de manutenção, num ciclo de vida de 50 anos, gerando um custo total de produção e de manutenção de R\$ 75.967,92.

Quadro 29: Ciclo de vida tempo padrão da casa-*container*

| MATERIAL                    | APLICAÇÕES | TOTAL MÃO DE OBRA E MATERIAL |
|-----------------------------|------------|------------------------------|
| Tinta acrílica fosca        | 16         | R\$ 6.635,20                 |
| Massa Corrida               | 4          | R\$ 1.725,60                 |
| Placa de gesso drywall      | 2          | R\$ 8.865,76                 |
| Lã de vidro                 | 0          | R\$ -                        |
| Lâmina de alumínio          | 0          | R\$ -                        |
| Tinta esmalte anti ferrugem | 24         | R\$ 21.690,00                |
| <b>TOTAL CASA-CONTAINER</b> |            | <b>R\$ 38.916,56</b>         |

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Em comparação ao fim de um ciclo de vida de 50 anos, levando-se em consideração o custo de manutenção com produção, verificou-se que a casa-*container* apresenta um custo de R\$957,78 a mais que a casa convencional no cenário mais conservador.

#### 4.5.2 Ciclo de vida tempo intermediário

O preço de produção da casa convencional é de R\$ 51.696,58, mais gasto de R\$ 12.722,59 com custos de manutenção, num ciclo de vida de 50 anos, gerando um custo total de produção e manutenção, sem inflação, de R\$ 64.419,17.

Quadro 30: Ciclo de vida tempo intermediário da casa convencional

| MATERIAL                       | APLICAÇÕES | TOTAL MÃO DE OBRA E MATERIAL |
|--------------------------------|------------|------------------------------|
| Tinta acrílica fosca           | 9          | R\$ 3.890,88                 |
| Massa Corrida                  | 3          | R\$ 1.118,31                 |
| Selador                        | 3          | R\$ 427,98                   |
| Reboco em argamassa            | 1          | R\$ 933,46                   |
| Blocos cerâmicos               | 0          | R\$ -                        |
| Reboco em argamassa            | 1          | R\$ 668,22                   |
| Selador                        | 3          | R\$ 354,18                   |
| Tinta acrílica fosca           | 12         | R\$ 5.329,56                 |
| <b>TOTAL CASA CONVENCIONAL</b> |            | <b>R\$ 12.722,59</b>         |

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O preço de produção da casa-*container* é de R\$ 37.051,36, mais gasto de R\$ 23.919,38 com custos de manutenção num ciclo de vida de 50 anos, gerando um custo total de produção e manutenção, sem inflação, de R\$ 60.970,74.

Quadro 31: Ciclo de vida tempo intermediário da casa-*container*

| MATERIAL                    | APLICAÇÕES | TOTAL MÃO DE OBRA E MATERIAL |
|-----------------------------|------------|------------------------------|
| Tinta acrílica fosca        | 9          | R\$ 3.732,30                 |
| Massa Corrida               | 3          | R\$ 1.294,20                 |
| Placa de gesso drywall      | 1          | R\$ 4.432,88                 |
| Lã de vidro                 | 0          | R\$ -                        |
| Lâmina de alumínio          | 0          | R\$ -                        |
| Tinta esmalte anti ferrugem | 16         | R\$ 14.460,00                |
| <b>TOTAL CASA-CONTAINER</b> |            | <b>R\$ 23.919,38</b>         |

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao se comparar, ao fim de um ciclo de vida de 50 anos, o custo de manutenção e o custo de produção, verificou-se que a casa convencional apresenta um custo de R\$ 3.448,43 a mais que a casa-*container* no cenário com tempo superior ao conservador.

#### 4.5.3 Ciclo de vida tempo máximo

O preço de produção da casa convencional é de R\$ 51.696,58, mais o gasto de R\$ 8.571,49 com custos de manutenção num ciclo de vida de 50 anos, gerando um custo total de produção e manutenção de R\$ 60.268,07.

Quadro 32: Ciclo de vida tempo máximo da casa convencional

| MATERIAL                       | APLICAÇÕES | TOTAL MÃO DE OBRA E MATERIAL |
|--------------------------------|------------|------------------------------|
| Tinta acrílica fosca           | 6          | R\$ 2.593,92                 |
| Massa Corrida                  | 3          | R\$ 745,54                   |
| Selador                        | 3          | R\$ 285,32                   |
| Reboco em argamassa            | 2          | R\$ 933,46                   |
| Blocos cerâmicos               | 0          | R\$ -                        |
| Reboco em argamassa            | 2          | R\$ 668,22                   |
| Selador                        | 3          | R\$ 236,12                   |
| Tinta acrílica fosca           | 7          | R\$ 3.108,91                 |
| <b>TOTAL CASA CONVENCIONAL</b> |            | <b>R\$ 8.571,49</b>          |

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O preço de produção da casa-*container* é de R\$ 37.051,36, mais o gasto de R\$ 18.628,88 com custos de manutenção num ciclo de vida de 50 anos, gerando um custo total de produção e manutenção de R\$ 55.680,24.

Quadro 33: Ciclo de vida tempo máximo da casa-*container*

| <b>MATERIAL</b>             | <b>APLICAÇÕES</b> | <b>TOTAL MÃO DE OBRA E MATERIAL</b> |                  |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------|------------------|
| Tinta acrilica fosca        | 6                 | R\$                                 | 2.488,20         |
| Massa Corrida               | 2                 | R\$                                 | 862,80           |
| Placa de gesso drywall      | 1                 | R\$                                 | 4.432,88         |
| Lã de vidro                 | 0                 | R\$                                 | -                |
| Lâmina de alumínio          | 0                 | R\$                                 | -                |
| Tinta esmalte anti ferrugem | 12                | R\$                                 | 10.845,00        |
| <b>TOTAL CASA-CONTAINER</b> |                   | <b>R\$</b>                          | <b>18.628,88</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao fim de um ciclo de vida de 50 anos, no cenário com tempo de vida máximo, comparando-se o custo de manutenção com o custo de produção, verificou-se que a casa convencional apresenta um custo de R\$4.587,83 a mais que a casa-*container*.

## 5 CONCLUSÕES

Com relação ao primeiro objetivo específico – desenvolver os projetos de habitação de interesse social utilizando *containers* marítimos modificados e uma habitação convencional utilizando o método tradicional de produção para que seja possível realizar a análise do custo do ciclo de vida destas habitações –, assim etede-se que é possível o desenvolvimento de projetos de habitação de interesse social com o uso de *containers* com a mesma área e os mesmos ambientes que uma casa convencional.

Na pesquisa, foi desenvolvido um modelo arquitetônico de casa-*container* e, a partir deste, foram desenvolvidos todos os projetos que possibilitaram, posteriormente, a comprovação de que este modelo, tora-se tão habitável, quando comparado ao sistema de casa convencional.

Com relação ao segundo objetivo específico – verificar o atendimento às normas de desempenho para a habitabilidade de *containers* em moradias para avaliar a utilização em moradias de interesse social –, deduziu-se que, para que a experiência em se morar em uma habitação *container* seja confortável ao usuário, é necessário que sejam empregados materiais que propiciem um isolamento térmico e acústico adequado no interior do ambiente da casa-*container*. O emprego de materiais isolantes teve como objetivo fazer com que a habitação em *container* apresentasse um desempenho térmico que atendam de forma parcial às normas de desempenho. Certificou-se também que o projeto de casa-*container* foi considerado adequado quando testados os materiais isolantes empregados na *software* de desempenho térmico Domus.

Tanto para o verão quanto para o inverno, comprovou-se que a casa-*container* apresenta uma temperatura interna mais estável que o sistema construtivo de casas convencionais. O isolamento termo-acústico com lã de vidro de 100mm estabelecido no projeto mostrou-se eficiente, uma vez que os resultados para temperatura interna se mantiveram estáveis, enquanto que na casa convencional houve oscilações.

Assim, conclui-se que o projeto desenvolvido apresentou resultados satisfatórios, os quais demonstram que a casa-*container* construída nos moldes deste estudo apresenta-se, em termos de conforto ao usuário, tão eficiente quanto e com resultados até mais favoráveis que o sistema convencional de produção.

Com relação ao objetivo específico 3 – determinar o preço de venda da casa-*container* e da habitação convencional para se conhecer a estimativa do custo de aquisição pelos

usuários destas moradias –, deduziu-se que, ao analisar os orçamentos de material e de mão de obra para a construção de uma casa-*container* e de uma casa convencional, a primeira é 39% mais econômica, sendo que esta apresentou um valor de R\$ 37.051,36 para sua construção, enquanto que uma casa convencional tem um custo de mão de obra e material de R\$ 51.696,58.

Com relação ao objetivo específico 4 – analisar o custo no ciclo de vida da casa-*container* e da habitação convencional para saber qual moradia possui menor custo ao final do ciclo de vida –, deduziu-se que, numa análise de ciclo de vida em um período de 50 anos, em que os valores estejam no tempo presente, para realizar todos os custos de manutenção visando à troca de materiais que se deterioram com o tempo, em um estudo de tempo padrão, foram obtidos valores de R\$ 23.313,56 para a manutenção da casa convencional e R\$ 38.916,56 para manutenção da casa-*container*. Ao final de 50 anos, a casa convencional terá um custo de R\$ 75.967,92, a casa-*container* R\$75.010,14.

A casa-*container* possui um menor valor de produção em comparação com a habitação convencional. Quando analisada num período de 50 anos com manutenções em um tempo mais longo, com menor quantidade de replicação de materiais, como pode ser visualizado no ciclo de vida do tempo intermediário e no tempo máximo. No ciclo de vida padrão, quando analisado o valor de construção agregado com a manutenção, ambas possuem relativamente o mesmo valor, sendo a habitação convencional 1,3% mais econômica que a casa-*container*.

De forma geral, conclui-se que a casa-*container* apresenta-se como um sistema construtivo mais atrativo ao ser comparado com o sistema convencional de produção. A casa-*container* demonstra resultados mais favoráveis no que se refere ao atendimento do conforto ao usuário como também na viabilidade econômica de produção e na predominância de resultados positivos nas análises de ciclo de vida.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de um estudo de viabilidade econômica acerca da implementação de um condomínio de moradias populares de casas-*container* em comparação com um condomínio de casas convencionais.

Outra sugestão para trabalhos futuros é realizar um estudo aprofundado quanto às condições térmicas de se morar em habitações em *container*, com a utilização de equipamentos de medição de todas as estações do ano e realizando entrevistas com moradores dessas habitações.

## REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. Sao Paulo: EPUSP, 1995.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M.; GOLDEMBERG, J. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**: volume 5. São Paulo: Blucher, 2011.

ALMEIDA, D. S.; PINHEIRO, D. M. C.; OLIVEIRA, A. M. Análise preliminar comparativa da construção com *containers* e com alvenaria e estrutura convencionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 22., 2016, Natal. **Anais do CBECiMat**. Natal: CBECiMat, 2016. p. 7601-7614.

AMADEI, D. I. B.; PEREIRA, J.A.; SOUZA, R.A.; MENEGUETTI, K. S. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. **Revista Nupem**, Campo Mourão, v. 3, n. 5, p.185-199, 2011.

BARRINGER, H. P. et al. **Life-cycle cost tutorials**. 1995. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary%3Fdoi%3D10.1.1.546.7966>>. Acesso em: 8 mar. 2019.

BBC NEWS (Inglaterra). Jornal. **'Shipping container' hotel built**. 2008. Disponível em: <[http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/england/london/7176594.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/london/7176594.stm)>. Acesso em: 8 out. 2017.

BERTINI, A. A.; MARTINS, J. C.; THOMAZ, E. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2013.

BESCHERER, F. Established Life Cycle Concepts in the Business Environment – Introduction and terminology. **Laboratory of Industrial Management Report Series**, 2005.

BEZERRA JUNIOR, F.R. Habitação de Interesse Social, Conceito e Projeto. **Revista Projetar**: Projeto e Percepção do Ambiente, Natal, v. 2, n. 1, p.130-136, abr. 2017.

BID. BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (Estados Unidos). **Aluguel social poderia ajudar a reduzir o déficit habitacional no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.iadb.org/pt/noticias/comunicados-de-imprensa/2014-05-27/deficit-habitacional-no-brasil-e-aluguel-social,10825.html>>. Acesso em: 08 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Estudo do BID revela que América Latina e o Caribe enfrentam um déficit de habitação considerável e crescente**. 2012. Disponível em: <<http://www.iadb.org/pt/noticias/comunicados-de-imprensa/2012-05-14/deficit-habitacional-na-america-latina-e-caribe,9978.html>>. Acesso em: 04 out. 2017.

BLANCHARD, B.; FABRYCKY, W. **Life cycle cost and economic analysis**. Ise. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991. Disponível em: <[http://sutlib2.sut.ac.th/sut\\_contents/H104135.pdf](http://sutlib2.sut.ac.th/sut_contents/H104135.pdf)>. Acesso em: jan. 2019.

BOER, J. **The Sustainable Development Fight: will be won or lost in our cities**. New York: United Nations University, 2015. Disponível em: <<http://cpr.unu.edu/the-sustainable-development-fight-will-be-won-or-lost-in-our-cities.html>>. Acesso em: jan. 2019.

BORGES, R. **Container Houses: Moradias Alternativas**. 2012. Disponível em: <<http://obviousmag.org/sphere/2012/03/container-houses---moradias-alternativas.html>>. Acesso em: 02 out. 2017.

BRANDÃO, A. Notas para uma Teoria e Metodologia na Questão da Habitação. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, 1984.

BRICK, E. S.; PILLA, L. H. L. de. **Modelo conceitual de um processo de Análise de Custo de Ciclo de Vida**. 2004. Disponível em: <<http://www.producao.uff.br/conteudo/rpep/volume22003/015relpesq103.doc>>. Acesso em: fev. 2019.

BROWN, R. J.; YANUCK, R.R. **Introduction to Life Cycle Costing**: the Fairmont Press, Inc. e Prentice-Hall, Inc.- USA - 1985.

BSI-BRITISH-STANDARDS. **BS ISO 15686-5:2008**. Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing. 2008.

BUDIYANTO, M.A.; SHINODA, T. The effect of solar radiation on the energy consumption of refrigerated container. **Case Studies in Thermal Engineering**, [s.l.], v. 12, p.687-695, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csite.2018.09.005>.

CAIXA. **Minha Casa Minha Vida**. 2017. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CARBONARI, L. T.; KÄFER, T.; BARTH, F. **Reutilização de contêineres marítimos em habitações em Florianópolis**. ENTECA 2013 - IX Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura, 2013.

CARVALHO, H. J. S.; TISSEI, P. L.; GRAF, H. F.; SCHEER, Sérgio. Processo BIM em Edificação de *containers* reaproveitados. **Mix Sustentável**, Florianópolis, p.102-108, 01 jun. 2017.

CARVALHO, O.; VIANA, O. Eco desenvolvimento e equilíbrio ecológico: algumas considerações sobre o Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Ceará, v. 29, n. 2, abr./jun. 1998.

CATAI, R. E.; PENTEADO, A. P.; DALBELLO, P. F. Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 17., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Cbecimat, 2006. p. 4205-4216.

CAUBR. CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO BRASILEIRO. **Norma de Desempenho NBR 15575**. Disponível em: < [http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2\\_guia\\_normas\\_final.pdf](http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf)>. Acesso em: 2017.

CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

CELIS, C. **Una idea que trajo el mar**. 2014. Disponível em: <<http://www.lavoz.com.ar/casa-diseno/una-idea-que-trajo-el-mar>>. Acesso em: 7 out. 2017.

CTE. CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. (Brasil). **Sustentabilidade: tendências na construção brasileira**. São Paulo: Tula Melo, 2015. 26 p.

GUIDANCE ON LIFE-CYCLE COST ANALYSIS. FULLER, S. K.(Org.). Department of Energy, 2005.

DURSKI, J. **Madero Container Passo Fundo**. 2017. Disponível em: <<https://www.restaurantemadero.com.br/pt/restaurante/rs/passos-fundo/madero-container-passos-fundo-pt>>. Acesso em: 2017.

EDWARDS, B. **O guia básico para a sustentabilidade**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

EMBLEMSVÅG, J. Activity-based life-cycle costing. **Managerial Auditing Journal**, v. 16, p. 17-27, 2001.

ESSER ARQUITETURA E ENGENHARIA SUSTENTÁVEL. **Vantagens e desvantagens de residências em containers**, Brasília, 2012. Disponível em:< [http://esserengenharia.blogspot.com.br/2012/09/no-brasil-aproveitarcontenineres-para\\_21.html](http://esserengenharia.blogspot.com.br/2012/09/no-brasil-aproveitarcontenineres-para_21.html)>. Acesso em: 15 nov. 2018.

FÉLIX, U. Cidades sustentáveis e a Engenharia Urbano-Industrial. 61ª SOEAA SEMANA OFICIAL DA ENGENHARIA, ARQUITETURA E DA AGRONOMIA. **Anais...** São Luís, p. 59-69, Nov./Dez. 2004.

FERREIRA, J. S. W. **Produzir casas ou construir cidades**. Desafios para um novo Brasil Urbano. Parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos. São Paulo: FUPAM, 2012.

FIGUEIREDO, R.F. **Possibilidades sustentáveis para a adaptação de contêineres para o uso habitacional e corporativo**. 2012. 41 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FJP. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (Minas Gerais). Diretoria de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2015**. 6. ed. Belo Horizonte: FJP, 2018. 78 p.

FROTA, A.; SCHIFFER, S. **Manual do Conforto Térmico**: arquitetura, urbanismo. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GASPAR, P.; BRITO, J. de. Assessment of the overall degradation level of an element, based on field data. 10TH DBMC INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS. **Anais...** Lyon, Abril de 2005, pp. 1043-1050.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, B. R. **Conjunto Habitacional em Container**: Uma alternativa ao convencional. 2016. 160 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Senac, São Paulo, 2016.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. **Arquitetura sustentável**: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. 2006. Disponível em: <[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3720/2071](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3720/2071)>. Acesso em: 12 out. 2017.

GUEDES, R.; BUORO, A. B. Reúso de *containers* marítimos na construção civil. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, São Paulo, v. 5, p.101-118, 01 ago. 2015. Mensal.

HABITÍSSIMO. **Contêineres**. 2015. Disponível em: <[https://fotos.habitissimo.com.br/foto/containers\\_848993](https://fotos.habitissimo.com.br/foto/containers_848993)>. Acesso em: 2017.

HIGHAM, A.; FORTUNE, C.; JAMES, H. Life cycle costing: Evaluating its use in UK practice. **Structural Survey**, v. 33, n. 1, p. 73 – 87, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri%3Ffeid%3D2-s2.0-84928578358%26partnerID%3D40%26md5%3D096779372613657d10e86f8bc82b2b26>>. Acesso em: 2019.

HONG, Y. A study on the condition of temporary housing following disasters: Focus on container housing. **Frontiers of Architectural Research**, [s.l.], v. 6, n. 3, p.374-383, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2017.04.005>.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos demográficos**. Rio de Janeiro, 1991 e 2000. Tabulação avançada do Censo Demográfico 2000: resultados preliminares da amostra. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD**. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?edicao=9222>>. Acesso em: 02 out. 2017.

ISLAM, H.; ZHANG, G; SETUNGE, S; BHUIYAN, M. A. Life cycle assessment of shipping container home: a sustainable construction. **Energy and Buildings**, Sidney, v. 128, p.673-685, jul. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.002>.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 21930 (2007) e ISO 15392 (2008)**. Disponível em: < <https://www.iso.org/home.html>> Acesso em: 2017.

JACOBSEN ARQUITETURA **Leonardo Finotti**. *Container Art*. 2012. Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/01-47212/container-art-bernardes-jacobsen> >. Acesso em: 2017.

\_\_\_\_\_. **Projetos**. *Container Art*. 2008. Disponível em: <<https://jacobsenarquitetura.com/projetos/container-art/>>. Acesso em: 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: SEMINÁRIO - RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 1., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Usp, 2000. v. 1, p. 2-13.

KAYRBEKOVA, D.; MARKESET, T. Activity-based life cycle cost analysis as an alternative to conventional LCC in engineering design. **International Journal of System Assurance Engineering and Management**, Springer-Verlag, v. 2, n. 3, p. 218 – 225, 2011. ISSN 0975-6809.

KORPI, E.; ALA-RISKU, T. Life cycle costing: a review of published case studies. **Managerial Auditing Journal**, v. 23, n. 3, p. 240-261, 2008. ISSN 0268-6902. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/02686900810857703%255Cnhttp%3A//www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/02686900810857703>>. Acesso em: 2019.

LINDHOLM, A.; SUOMALA, P. Learning by costing. **International Journal of Productivity and Performance Management**, Emerald Group Publishing Limited, v. 56, n. 8, p. 651 – 672, 11 2007. ISSN 1741-0401. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17410400710832985>>. Acesso em: 2016.

LOSS, G. V. et al. **Arquitetura em container**. 2009. Disponível em: <[http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2009-2/container/index.htm](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2009-2/container/index.htm)> - Acesso em: dez. 2018.

MARTINS, F. **Agenda 2030**: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para o Brasil. Brasília, 2016. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica->

2016/01-12-2016-a-importancia-da-implementacao-da-agenda-2030-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-para-o-brasil-1/apresentacoes/fabiana-cardoso-martins-de-souza/view >. Acesso em: mar. 2019.

MAXIMO, L. **Déficit habitacional aumenta com a recessão**. 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/4882412/deficit-habitacional-aumenta-com-recessao>>. Acesso em: 19 set. 2017.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **The Upcycle: Beyond Sustainability-- designing for Abundance**. Macmillan, 2013.

MEINHOLD, B. **Italian Green Frame Home Explores Sustainable Container Housing**. 2010. Disponível em: <<https://inhabitat.com/italian-green-frame-home-explores-sustainable-container-housing/green-frame-house-2/>>. Acesso em: 30 set. 2017.

MIRANDA CONTAINER. **Entrevista Madero**. 2016. Disponível em: <<http://mirandacontainer.com.br/2016/03/08/entrevista-madero-container/>>. Acesso em: 2017.

MOJAPELO, A; MOJAPELO, P. (Org.). **New Jerusalem Children`s Home: Championing the rights of children**. 2000. Disponível em: <<http://newjerusalemchildrenshome.org/>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

MONTES, M.A.T. **Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social considerando mudanças climáticas**. 2016. 473 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MOREIRA NETO, T. C. **Aplicação da Análise do Custo do Ciclo de Vida em uma Indústria de Mineração com base na Gestão de Ativos**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Industrial, Escola Politécnica Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial - Pei, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

MUSSNICH, L. B. Retrofit em *containers* marítimos para reuso na arquitetura e sua viabilidade. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, v. 01, n. 10, p.1-22, mar. 2015.

OLIVEIRA, L. S. M.; UGARTE, J. F. de O. **Utilização da vermiculita como adsorvente de óleo da indústria petrolífera**. Publicação do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004.

ONU BR. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **17 Objetivos para transformar nosso mundo**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>> Acesso em: mar. 2019.

PERFEITO, P.A. **Avaliação do ciclo de vida de uma habitação de interesse social construída a partir de contêineres marítimos reciclados**. 2017. 102 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO.

**Acompanhando a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável:** subsídios iniciais do Sistema das Nações Unidas no Brasil sobre a identificação de indicadores nacionais referentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável/Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento. Brasília: PNUD, 2015. Disponível em: <  
<http://www.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/acompanhando-a-agenda-2030.html>>. Acesso em: fev. 2019.

ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL, F. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas.** Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROMERO, M.A; ORNSTEIN, S.W. (Ed. Coord.) **Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicadas à habitação social.** Porto Alegre: Antac, 2003 (Coleção Habitare).

SAADATIAN, O. et al. A review of energy aspects of green roofs. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 155-168, 2013.

SALVADOR, S. **Inovação de produtos ecológicos em cortiça.** Projeto apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico. Lisboa, Portugal, 2001. 17º CBECIMAT - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

SANTO, A. D.; ALVAREZ, C. E. de; NICO-RODRIGUES, E. A. Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15.575. **Cadernos do Proarq Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 20, p.115-136, 01 jun. 2013.

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

SCHADE, J. **Life cycle cost calculation models for buildings.** p. 1–9, 2003.

SEIF, J.; RABBANI, M. Journal of Quality in Maintenance Engineering Component based life cycle costing in replacement decisions. **Journal of Quality in Maintenance Engineering Structural Survey Managerial Auditing Journal**, v. 20, n. 3, p. 73 – 87, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/JQME-08-2013-0053%20http%3A//%20http%3A//dx.doi.org/10.1108/02686900810857703>>.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, H.; SANTOS, M. **O significado do conforto no ambiente residencial.** Cadernos ProArq, 2011.

SOTELLO, L. Vida nova para os *containers*. **Revista Beach&CO**, Guarujá, 2012. Disponível em: < <http://www.beachco.com.br/v2/porto/vidanovaparaoscontainerers.html>>. Acesso em: 22 out. 2017.

TANYER, A. M.; TAVUKCUOGLU, A.; BEKBOLIEV, M. Assessing the airtightness performance of container houses in relation to its effect on energy efficiency. **Building and Environment**, [s.l.], v. 134, p.59-73, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.026>.

TEIXEIRA, A. A. A. **Avaliação do conforto térmico em *containers* metálicos utilizado como alojamento em canteiro de obras**. 2014. 67 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

TISSEI, P. L. et al. PROCESSO BIM EM EDIFICAÇÃO DE *CONTAINERS* REAPROVEITADOS. **Mix Sustentável**, Curitiba, v. 3, n. 2, p.1-7, jan. 2017.

TORGAL, F. P.; JALAVI, S. Construção Sustentável: o caso dos materiais de construção. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007, 3., 2007, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2007. p. 1-12.

TROVO, I. P.; GOIS, P. P. de; OLIVEIRA, R. C. de. *Containers*: a nova era das edificações. **Etic - Encontro Toledo de Iniciação Científica**, São Paulo, v. 11, n. 11, p.1-18, 2015.

UNDG. UNITED NATIONS DEVELOPMENT GROUP. **The Sustainable Development Goals are coming to life**: Stories of country implementation and UN support. New York: United Nations, 2016. Disponível em: < <https://undg.org/wp-content/uploads/2016/07/SDGs-are-Coming-to-Life-UNDG.pdf> >. Acesso em: 28 set. 2017.

UN-SDSN. UNITED NATIONS SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK. **Getting Started with the SDGs in Cities**. New York: United Nations, 2016. Disponível em: <<http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2016/07/9.1.8.-Cities-SDG-Guide.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)>. Acesso em: nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **United Nations Summit on Sustainable Development 2015**: informal summary. New York: United Nations, 2015. Disponível em: < <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit>>. Acesso em: nov. 2018.

VIANNA, N. S ; RAMOS J. O. **Acústica Arquitetônica & Urbana**. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo Empresa YCON. 2005, 79 p.

WOODWARD, D. G. Life cycle costing—Theory, information acquisition and application. **International Journal of Project Management**, Pergamon, v. 15, n. 6, p. 335 – 344, 12 1997. ISSN 02637863. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786396000890>>. Acesso em: fev. 2019.

WBCSD. WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Guia dos ODS para as empresas**. 2016. Disponível em: < <http://cebds.org/wp-content/uploads/2015/11/Guia-dos-ODS.pdf>>. Acesso em: jan. 2019.

XAVIER, M. **Um shopping em container em Buenos Aires**. 2015. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2015/10/16/um-shopping-em-container-em-buenos-aires/>>. Acesso em: 07 nov. 2017.

YOSHITAKE, M. Gestão de custos do ciclo de vida de um ativo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 4., 1995, Campinas. **Anais do Evento**. Campinas: Unicamp, 1995. p. 1-10.