

**Universidade Federal de Ouro Preto**

Escola de Minas

Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções  
Mestrado Profissional em Engenharia das Construções

---

Dissertação

---

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE  
UTILIZAÇÃO DE  
CONTÊINERES EM UNIDADES  
DE SAÚDE**

*Thomás Miranda Guzella Oliveira*

Ouro Preto  
2021





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções  
Mestrado Profissional em Engenharia das Construções (MECON)



**Thomás Miranda Guzella Oliveira**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES EM  
UNIDADES DE SAÚDE**

Ouro Preto  
2021

# **ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES EM UNIDADES DE SAÚDE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia das Construções do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia das Construções.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Rovadavia Aline de Jesus Ribas, D.Sc.

Coorientador: Prof. Clécio Magalhães do Vale, D.Sc.

Área de concentração: Engenharia das Construções

Ouro Preto

2021

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

O48e Oliveira, Thomás Miranda Guzella .  
Estudo da viabilidade de utilização de contêineres em unidades de  
saúde. [manuscrito] / Thomás Miranda Guzella Oliveira. - 2021.  
78 f.: il.: color., tab., mapa. + Apêndice.

Orientadora: Profa. Dra. Rovadávia Aline de Jesus Ribas.  
Coorientador: Prof. Dr. Clécio Magalhães do Vale.  
Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal de Ouro  
Preto. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia das Construções.  
Área de Concentração: Engenharia das Construções.

1. Contêineres. 2. Sistema de Saúde. 3. Construção Metálica. 4.  
Construção - Contêineres. I. Ribas, Rovadávia Aline de Jesus. II. Vale,  
Clécio Magalhães do. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Thomás Miranda Guzella Oliveira**

### **Estudo da viabilidade de utilização de contêineres em unidades de saúde**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de mestre

Aprovada em 02 de setembro de 2021

#### Membros da banca

Doutora - Rovadavia Aline de Jesus Ribas - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutor - Clécio Magalhães do Vale - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutor - Adriano Pinto Gomes - Instituto Federal de Minas Gerais  
Doutor - Cláudio Ernani Martins Oliveira - Universidade Federal de São João del-Rey

Rovadavia Aline de Jesus Ribas, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito no Repositório Institucional da UFOP em 16/12/2021



Documento assinado eletronicamente por **Rovadavia Aline de Jesus Ribas, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/12/2021, às 16:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0259860** e o código CRC **97F7A929**.

## RESUMO

### ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES EM UNIDADES DE SAÚDE

Diante do atual cenário de necessidade de industrialização mais efetiva nos vários setores da economia brasileira, principalmente na indústria da construção civil, e, observando a necessidade de sustentabilidade, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade da utilização de contêineres em unidades de saúde. Para tanto, foram coletados dados sobre a quantidade de unidades de saúde existentes dentro dos limites dos municípios de Ouro Preto, Mariana e Itabirito localizados na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte em Minas Gerais, tipificação e localização dessas unidades. Além disso, foram coletados dados sobre a situação socioeconômica básica dos municípios, como número de habitantes, Produto Interno Bruto (PIB) e receita anual. Posteriormente, foi feito um levantamento a respeito do contêiner e suas características. Os resultados obtidos apontam uma possível viabilidade do uso de contêineres como unidades de saúde, do ponto de vista econômico, podendo levar serviços básicos de saúde para locais menos habitados e mais isolados com menor custo, de forma ágil e sustentável.

Palavras-chave: Contêiner. *Container*. Sistema de Saúde. Construção Metálica. Construção em Contêiner.

## **ABSTRACT**

### **STUDY OF THE VIABILITY OF USE CONTAINERS IN HEALTH UNITS**

Given the current scenario of the need for more effective industrialization in various sectors of the Brazilian economy, especially in the construction industry, and, observing the need for sustainability, the objective of this paper is to assess the feasibility of using containers in healthcare facilities. For this purpose, data were collected about of number of health units within the limits of the municipalities of Ouro Preto, Mariana and Itabirito, located in the Metropolitan Mesoregion of Belo Horizonte in Minas Gerais, the typification and location of these units. Moreover, data about of basic socioeconomic situation of municipalities, such as number of inhabitants, GDP (Gross Domestic Product) and annual revenue, was collected. Subsequently, a survey was made about the container and its characteristics. The results obtained point to a possible viability of using containers as health units, proving to be viable from an economic point of view, being able to take basic health services to less inhabited and more isolated places in an agile, sustainable and lower cost manner.

Keywords: Contêiner. Container. Health System. Metallic Construction. Container Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Layout</i> de uma UBS tipo I, projeto padrão do Ministério da Saúde...	10
Figura 2. <i>Layout</i> de uma UPA padrão porte I do Ministério da Saúde .....	11
Figura 3. <i>Layout</i> de uma escola de educação infantil tipo C do programa Pró-infância do Governo Federal .....	12
Figura 4. Contêiner do Outubro Rosa .....	13
Figura 5. Contêiner da Marinha do Brasil sendo embarcado .....	14
Figura 6. Contêiner do Exército do Brasil para atendimento médico.....	14
Figura 7. Características do contêiner <i>High Cube</i> .....	20
Figura 8. Características do contêiner <i>Dry Box</i> .....	20
Figura 9. Projeto <i>Container City</i> , vista externa, Londres (Inglaterra).....	23
Figura 10. Projeto <i>Container City</i> , vista interna, Londres (Inglaterra).....	23
Figura 11. <i>The Keetwonen project</i> , vista aérea, Amsterdã (Holanda).....	24
Figura 12. <i>The Keetwonen project</i> , planta humanizada .....	25
Figura 13. Clínica odontológica móvel .....	26
Figura 14. Projeto 3D de hospital móvel .....	26
Figura 15. Foto da sala de operação móvel (a) e dos alguns módulos disponíveis (b).....	27
Figura 16. Interior do contêiner em estado original .....	33
Figura 17. Interior do contêiner com modificação estrutural.....	33
Figura 18. Interior do contêiner com a instalação da manta de lã de vidro .....	34
Figura 19. Interior do contêiner com a instalação da manta aluminizada de polietileno .....	34
Figura 20. Interior do contêiner com a instalação das placas de gesso acartonado .....	35
Figura 21. Interior do contêiner após o término das adaptações.....	35
Figura 22. Mapa geopolítico do município de Ouro Preto, com a localização das unidades públicas de saúde, em destaque a UPA.....	40
Figura 23. Mapa geopolítico do município de Mariana, com a localização das unidades públicas de saúde .....	42
Figura 24. Mapa geopolítico da sede do município de Itabirito, com a localização unidades públicas de saúde .....	44

Figura 25. Mapa geopolítico do município de Itabirito, com a localização das unidades públicas de saúde .....	45
Figura 26. Mapa dos portos marítimos mais próximos a Ouro Preto .....	47
Figura 27. Vista do porto de Santos .....	48
Figura 28. Mapa da distribuição dos portos na região.....	48
Figura 29. Tanque de armazenamento de resíduos para contêineres .....	49
Figura 30. Gerador para contêineres (a) e tanque de combustível ou caixa d'água (b).....	49
Figura 31. Caminhão Munck levando contêiner .....	50
Figura 32. Semirreboque carregado com contêiner .....	51
Figura 33. <i>Layout</i> da unidade odontológica .....	52
Figura 34. <i>Layout</i> da unidade de clínica médica para atendimento geral .....	52
Figura 35. <i>Layout</i> da unidade de atendimento ginecológico e obstetra .....	53
Figura 36 – Diagrama resumo das etapas de construção dos modelos e seus custos médios .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Medidas e áreas dos contêineres.....	19
Tabela 2. Dados socioeconômicos dos municípios de Ouro Preto, Mariana e Itabirito .....	38
Tabela 3. Distribuição das unidades públicas de saúde no município de Ouro Preto – MG .....	39
Tabela 4. Distribuição das unidades públicas de saúde no município de Mariana – MG .....	41
Tabela 5. Distribuição das unidades públicas de saúde no município de Itabirito – MG .....	43
Tabela 6. Área e perímetro interno dos modelos .....	54
Tabela 7. Custo de contêineres de quatro fornecedores diferentes, em reais (R\$) .....	54
Tabela 8. Preços médios de frete de Belo Horizonte e dos principais portos para a cidade de Ouro Preto .....	55
Tabela 9. Custo médio em reais do contêiner com o frete incluso .....	55
Tabela 10. Custos das adaptações para unidades odontológica e médica.....	57
Tabela 11. Custo total médio das soluções arquitetônicas .....	57

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	8
1.1.	Objetivos .....	15
1.1.1.	Objetivos específicos .....	15
1.2.	Metodologia.....	15
1.3.	Justificativa.....	16
1.4.	Estrutura do trabalho.....	17
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1.	Contêiner.....	18
2.1.1.	Características dos contêineres .....	19
2.1.2.	Contêiner como elemento estrutural .....	21
2.1.3.	Contêiner como elemento de construção.....	22
2.2.	Conforto ambiental.....	27
2.3.	Construção modular.....	29
2.4.	Trabalhos relevantes na área.....	30
2.5.	Exemplo prático .....	32
3.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	37
3.1.	Infraestrutura municipal em relação às unidades públicas de saúde ..	37
3.2.1.	Implementos utilizados em contêineres .....	49
4.	CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS DE UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE UTILIZANDO CONTÊINERES .....	50
4.1.	Custo dos contêineres.....	54
4.2.	Custos das soluções arquitetônicas propostas .....	56
4.3.	Análise comparativa dos custos.....	57
5.	CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES .....	60
5.1.	Considerações finais.....	60
5.2.	Sugestões para trabalhos futuros .....	61

APÊNDICES .....	<b>69</b>
Apêndice A – Projeto do módulo odontológico.....	69
Apêndice C – Projeto do módulo ginecológico .....	71
Apêndice D - Planilha de levantamento de quantitativos e referência de preços de mercado	72
Apêndice E – Cotação contêiner Belo Horizonte (MG) .....	73
Apêndice F – Cotação contêiner Campinas (SP).....	74
Apêndice G – Cotação contêiner Lençóis Paulista (SP) .....	75
Apêndice H – Cotação contêiner Vila Velha (ES).....	76

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a administração da infraestrutura de saúde pública é uma atividade complexa da gestão pública, representando um alto custo da construção, manutenção e operação das estruturas desse setor da administração pública.

De acordo com a Controladoria Geral da União (2020), em 2019, foram gastos R\$ 114,30 bilhões em saúde, representando 9,5% das despesas primárias do Governo Federal e 4,4% das despesas totais empenhadas. Em 2020 a previsão orçamentária é de R\$ 167,06 bilhões, representando 9,6% das despesas primárias e 4,08% das despesas totais do Governo Federal. Diante disso, há necessidade de se desenvolver edifícios mais eficientes, que possam atender tanto à demanda da população, quanto ao orçamento do poder público.

O Governo Federal organizou e padronizou os projetos para construção de unidades de saúde e educação, tornando mais simples para os municípios adequarem sua infraestrutura nas áreas afins. Assim, de acordo com o Ministério da Saúde (2006), há apenas quatro tipos de projetos de Unidade Básica de Saúde (UBS) padrão disponíveis, para atendimento a populações de 4.000, 8.000, 12.000 e 16.000 habitantes, que são chamadas de UBS padrão tipo 1, tipo 2, tipo 3 e tipo 4, respectivamente, assim como há projetos padrões para as Unidades de Pronto Atendimento (UPA), sendo de porte I, II e III, atendendo respectivamente a populações de 50.000 a 100.000, 100.000 a 200.000 e 200.000 a 300.000 habitantes.

A título de comparação, quando se trata de escola infantil do Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos da Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Pró-infância), também há quatro projetos padrões que para atender, do maior ao menor projeto, 188, 120, 94 e 60 crianças de 0 a 6 anos, respectivamente. Porém, mesmo que a União disponibilize verba para construção e equipamentos, muitas prefeituras têm dificuldades financeiras para sustentar o custo de manutenção dessas unidades.

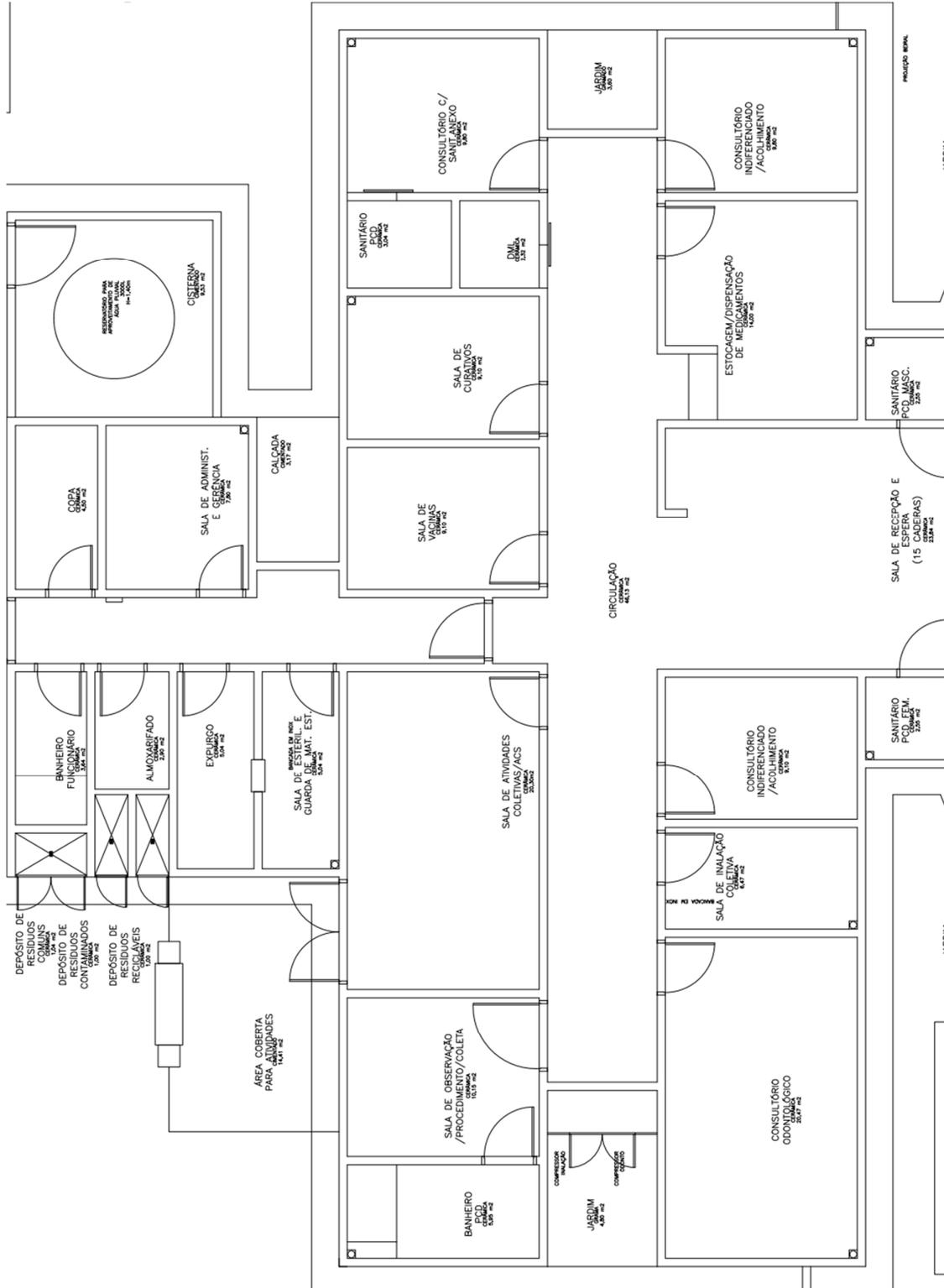
A UBS padrão tipo 1, cujo *layout* pode-se ver na Figura 1, de acordo com o Ministério da Saúde (2006), atende a uma população de 4.000 pessoas. De acordo com a Prefeitura Municipal de Mariana (2019), uma UBS tipo 3, com valor total estimado em R\$ 1.555.184,38 com um total de 504,66 m<sup>2</sup> de área construída, sendo assim um custo de R\$ 3.081,65 por m<sup>2</sup>. Pesquisando em editais de licitações públicas, os custos para uma escola de educação infantil do Pró-infância tipo 1, com

1.513,16 m<sup>2</sup>, são de aproximadamente 2,4 milhões de reais (Prefeitura Municipal de Itabirito, 2019), sem mobiliário e equipamento, atendendo a 188 crianças (R\$ 1.321,74 por m<sup>2</sup>). E, para a construção de uma UPA tipo I, cujo *layout* mostra-se na Figura 2, que atende cidades de 50.000 a 100.000 habitantes, tem-se um investimento na ordem dos 2,6 milhões de reais, também sem o equipamento e mobiliário. Na Figura 3 representa-se o *layout* de uma escola de educação infantil do Pró-infância tipo C com capacidade de atendimento de até 120 crianças, em dois turnos (matutino e vespertino), ou 60 crianças em período integral.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), em levantamento realizado no último censo 2010, 88,09 % dos municípios brasileiros, num total de 4.958, têm até 50.000 habitantes, sendo que 64.004.918 pessoas vivem neles, o que representa 33,55 % da população nacional. Em análise aos dados do IBGE (2011), quanto menor o município, maior é sua população rural, o que leva à necessidade de descentralização da infraestrutura, podendo-se observar sua vascularização. Conseqüentemente, esses municípios têm que manter equipamentos de saúde em comunidades rurais, mesmo que a população delas seja menor que a capacidade prevista para a infraestrutura instalada, o que pode acarretar uma elevação dos gastos municipais. Por exemplo, instala-se uma UBS tipo 1 em uma comunidade rural de 400 habitantes, sendo que a capacidade instalada é para 4.000 pessoas, porém, o custo de manutenção é o mesmo, estando ou não a unidade com o limite previsto de atendimentos para tal edificação.

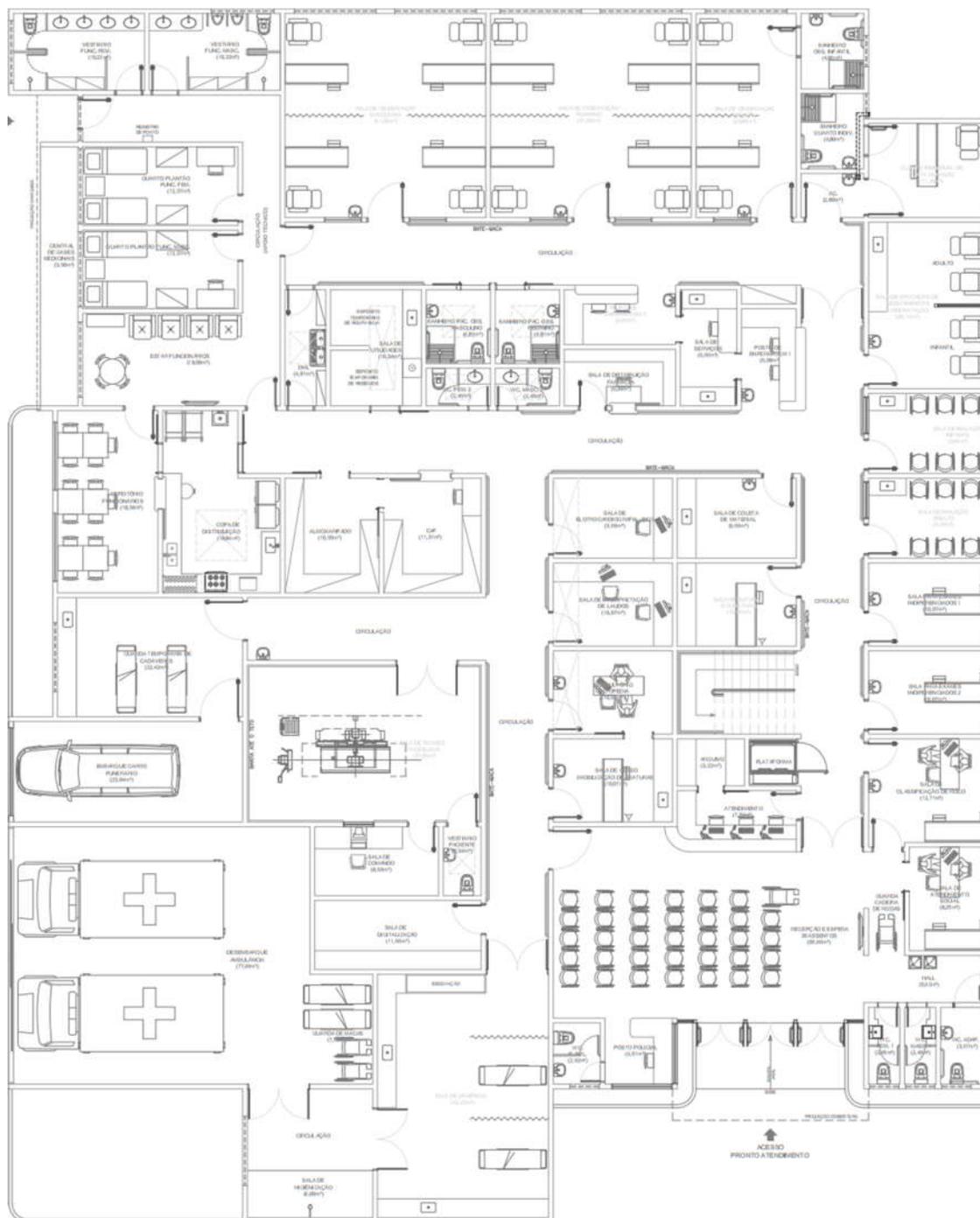
Uma alternativa viável seria a construção modular pré-fabricada dos equipamentos de saúde, pois o município poderia adequar melhor sua infraestrutura à demanda local de cada comunidade, seja rural ou urbana. O ideal seria que esses módulos pudessem ser movimentados de acordo com as necessidades do município, permitindo o deslocamento da infraestrutura de acordo com a demanda ao longo do tempo. Exemplificando, numa mesma zona rural com 400 habitantes necessita-se, para atender a demanda local, de um dentista em um dia da semana. Dessa forma, o mesmo dentista poderia atender cinco comunidades em uma semana, diminuindo o custo com manutenção e mão-de-obra do município. Tal metodologia pode ser estendida a diversas especialidades médicas, as quais não sejam, em geral, de atendimento de urgência, logo, não necessárias diariamente, como ginecologia e oftalmologia.

Figura 1. Layout de uma UBS tipo I, projeto padrão do Ministério da Saúde



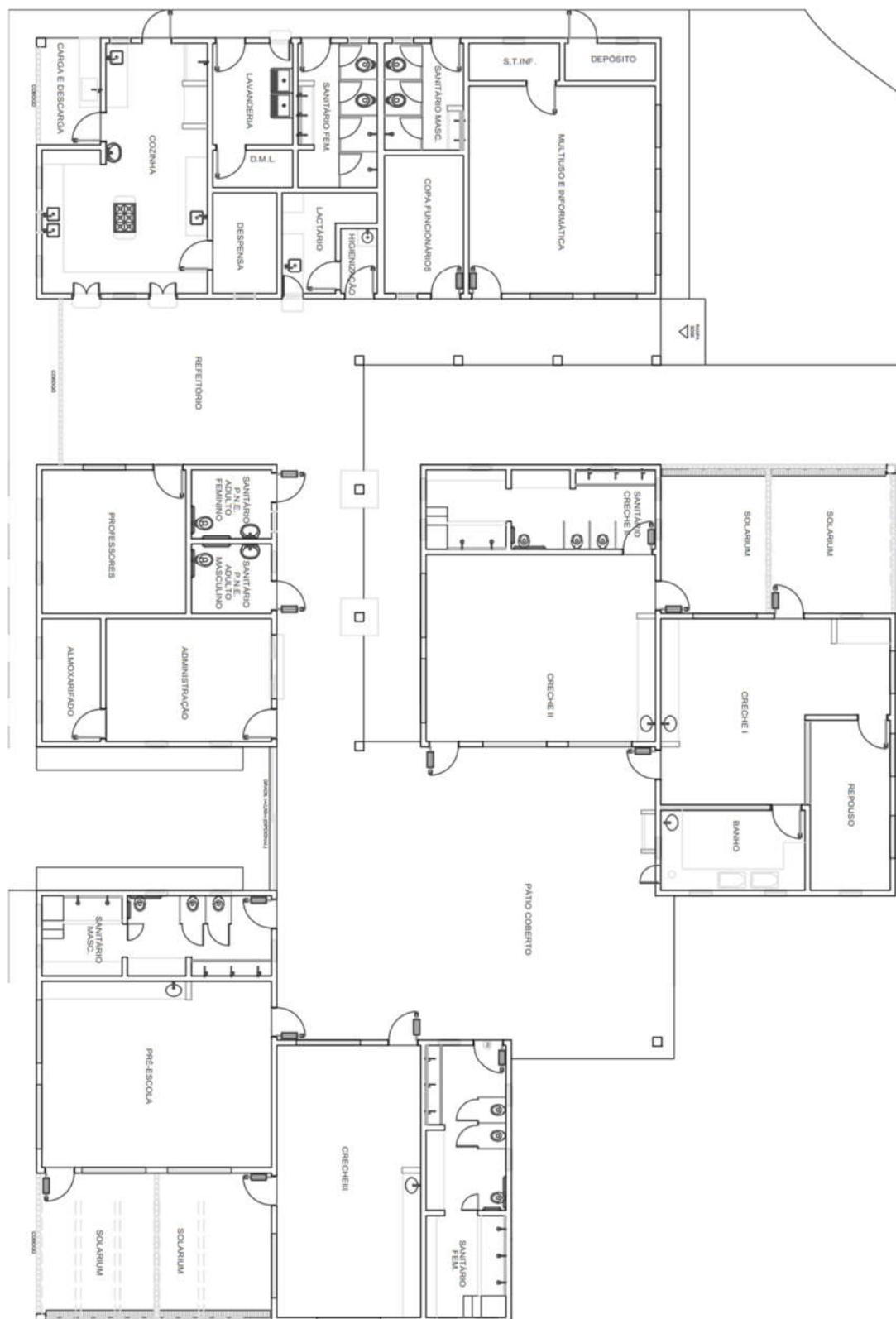
Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE (2021).

Figura 2. *Layout* de uma UPA padrão porte I do Ministério da Saúde



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA (2018).

Figura 3. *Layout* de uma escola de educação infantil tipo C do programa Pró-infância do Governo Federal



Fonte: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2021).

A alternativa proposta nesse trabalho é aplicar uma construção modular, utilizando contêineres, do inglês containers, adaptados, que podem ser de uso fixo ou móvel, neste caso, montada em cima de uma carreta. Assim, a infraestrutura pode ser montada e desmontada e ser deslocada para onde houver a demanda por aquele atendimento. Essa tecnologia vem sendo utilizada em outros países e em escala maior em casos de extrema urgência, como em desastres naturais e situações epidêmicas. Também é usada em ajudas humanitárias, sempre permitindo o deslocamento ágil da infraestrutura. Em países como os Estados Unidos e Emirados Árabes Unidos, há empresas especializadas em construir hospitais contêiner fixos e moveis, que atendem a qualquer demanda. No Brasil, utiliza-se essa tecnologia principalmente para executar trabalhos na área da saúde, como, por exemplo, campanhas de vacinação e programas de conscientização, como o Outubro Rosa e o Novembro Azul, que são programas que visam conscientizar as pessoas da necessidade de realizarem exames preventivos a respeito de doenças: da mulher, com ênfase no câncer de mama (caso do Outubro Rosa), Figura 4, e do homem, com ênfase no câncer de próstata (caso do Novembro Azul).

Figura 4. Contêiner do Outubro Rosa



Fonte: MONTIER (2013).

As forças armadas também fazem uso desse equipamento, para realizarem atendimento básico de saúde em comunidades isoladas e de baixa renda, além também de usá-los para fins táticos. Na Figuras 5, mostra-se um Contêiner de Tratamento de Doenças Infectocontagiosas (CTDIC) da Marinha do Brasil sendo

embarcado e, na Figura 6, um contêiner para atendimento médico do Exército Brasileiro.

Figura 5. Contêiner da Marinha do Brasil sendo embarcado



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA (2020).

Figura 6. Contêiner do Exército do Brasil para atendimento médico



Fonte: AGÊNCIA VERDE-OLIVA (2017).

## **1.1. Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho é estudar a viabilidade econômica da utilização de contêineres para construção de unidades de saúde.

### **1.1.1. Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, propõem-se:

- Sugerir alternativa para o sistema de construção convencional dos equipamentos de saúde pública;
- Analisar soluções de modulação em estruturas feitas de contêineres adaptados e ambientados para esse fim;
- Analisar dados socioeconômicos da região de interesse;
- Analisar os materiais que viabilizam a adaptação dos contêineres para uso como equipamentos de saúde pública;
- Fazer um levantamento de custos do sistema de construção convencional e das soluções propostas;
- • Analisar o comparativo de custos entre o sistema convencional e as alternativas propostas.

## **1.2. Metodologia**

Para cumprir os objetivos e fundamentar teoricamente a pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica apresentando aspectos da política de saúde pública pertinentes ao tema proposto. Depois foram realizados os seguintes passos:

- a) Levantamento de dados socioeconômicos sobre os municípios;
- b) Mapeamento da infraestrutura da saúde dentro dos municípios;
- c) Levantamento das características e disponibilidade dos contêineres;
- d) Desenvolvimento e caracterização dos modelos propostos;
- e) Estudo de viabilidade técnica e econômica dos modelos propostos.

### 1.3. Justificativa

Deste o início do século XX, impulsionado pelo movimento modernista na arquitetura, inicia-se, no setor da construção civil brasileira, uma discussão sobre a pré-fabricação, que é a produção de edificações inteiras ou parte delas em indústrias e posterior transporte e montagem no local da obra, e a industrialização do setor, cuja proposta é transformar o canteiro em uma espécie de linha de produção, onde se aplicam elementos pré-fabricados ou produtos industrializados. Havia nesse período exemplos de obras pré-fabricadas no país, em sua maioria, usando elementos industrializados em ferro fundido, fabricados no Reino Unido.

Elementos pré-fabricados de concreto armado e de aço são usados, em sua maioria, em construções de grande porte e, quase sempre, apenas como estrutura. Porém, vêm crescendo iniciativas que tentam elevar o nível, tanto de industrialização, quanto de pré-fabricação em obras de pequeno e médio porte. No caso de elementos industrializados, encontra-se no mercado um grande *portfolio* de produtos, que agiliza a construção de obras de todos os tamanhos. No entanto, a industrialização do método construtivo ainda é pouco utilizada no país. Usualmente, tal conceito se resume a elementos em concreto armado pré-fabricados que, posteriormente, são montados obtendo-se os fechamentos horizontal e vertical da construção, havendo, porém, posteriormente, a necessidade de instalação de todos os demais elementos de acabamento. O emprego da industrialização do método construtivo, tanto quanto da pré-fabricação, ainda está muito aquém do potencial que existe no mercado.

O reuso dos contêineres vem sendo tema em muitos fóruns que debatem, principalmente, a sustentabilidade, na dimensão técnica do material, pois essas estruturas têm uma vida útil relativamente pequena, em relação ao uso para transporte de mercadorias. Em média, os contêineres são utilizados para transporte por dez anos e, vencida sua vida útil, eles são nacionalizados.

Depois de usados por longos períodos de tempo, em dez anos em média, os containers são nacionalizados, ou seja, é feita a baixa de seu registro de origem e descarte em qualquer país do mundo. Neste estado não podem mais transportar mercadorias, pois acabam virando sucatas. (BIANCONI; DEMÉTRIO; PICCOLI, 2012, p. 12).

Os contêineres, por possuírem uma estrutura metálica rígida e robusta, suportam grandes cargas, além do peso próprio, pois neles são transportados vários tipos de mercadorias dos mais diferenciados pesos. Levando em conta a vida útil dessas estruturas, o passivo ambiental do seu descarte e sua capacidade estrutural, o contêiner é um recurso que se deve tentar utilizar nas mais diversas soluções de engenharia e arquitetura, incluindo obras públicas, justificando-se, assim, a proposição deste trabalho.

#### **1.4. Estrutura do trabalho**

O trabalho está dividido em cinco capítulos. Neste Capítulo 1, encontram-se um texto introdutório, os objetivos, a metodologia utilizada na pesquisa e a justificativa, na qual se apresenta a relevância do tema para a construção civil.

No Capítulo 2 traz-se uma pesquisa bibliográfica relativa ao tema, apresentando-se de forma descritiva o contêiner, assim como seu uso como elemento de construção e estrutural. Também se apresentam conceitos e particularidades sobre conforto ambiental e construção modular. E, ao final do capítulo, relacionam-se alguns trabalhos relevantes na área.

O Capítulo 3 trata do levantamento de dados sobre os municípios pesquisados, mapeamento da infraestrutura da saúde dentro desses municípios, caracterização técnica das unidades de saúde propostas e caracterização do contêiner.

O Capítulo 4 descreve as soluções arquitetônicas propostas, a disponibilidade e o preço dos contêineres, o custo dessas soluções, bem como uma análise de custos entre o modelo proposto e o convencional.

O Capítulo 5 expõe as considerações finais sobre a pesquisa e as sugestões para pesquisas futuras. Depois vêm as referências e, ao término, têm-se os Apêndices A, B e C, em que se apresentam os projetos em escala das soluções propostas, o Apêndice D, que apresenta o levantamento de quantidades e preços de mercado, e os Apêndices E, F, G e H, que expõem os orçamentos de contêineres fornecidos por diferentes fornecedores.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta de forma descritiva o contêiner, assim como seu uso como elemento de construção e estrutural. Também apresenta conceitos e particularidades sobre conforto ambiental e construção modular. Mostra ainda contribuições de alguns trabalhos relevantes na área.

### 2.1. Contêiner

A definição de contêiner data, de acordo com Brasil, 1977:

O container é um recipiente construído de material resistente, destinado a propiciar o transporte de mercadorias com segurança, inviolabilidade e rapidez, dotado de dispositivos de segurança aduaneira e devendo atender às condições técnicas e de segurança previstas pela legislação nacional e pelas convenções internacionais ratificadas pelo Brasil. (BRASIL, 1977, Art. 4º)

De acordo com Bonfield (1925), a patente do contêiner data de 8 de maio de 1928, trata-se de uma caixa de papel padronizada, que quando não montada, apresenta o formato laminar, que pode ser estocada em folhas, e posteriormente é montada rapidamente para transportar os mais diversos produtos. O contêiner moderno começou a ser desenvolvido na década de 1950 por Malcom Purcell McLean, que tentava desenvolver um sistema intermodal de transporte de carga. A partir dos estudos de McLean se desenvolveram os contêineres marítimos atuais.

Os contêineres modernos são fabricados em aço e seguem os padrões estabelecidos pela norma ISO 668 da *International Organization for Standardization* (ISO, 2013). Uma das características é a espessura das chapas de aço utilizadas nos fechamentos, que devem ter 2,6 mm (esse tipo de chapa é denominado "chapa 1"). Outro padrão importante são as dimensões. Existem no mercado contêineres fabricados sob medida, nos quais podem-se utilizar qualquer espessura de chapa e dimensões, porém não possuem garantia de segurança e durabilidade como os que seguem a referida norma. Por essa razão, neste trabalho, são considerados os contêineres marítimos previstos na norma ISO 668 (ISO, 2013).

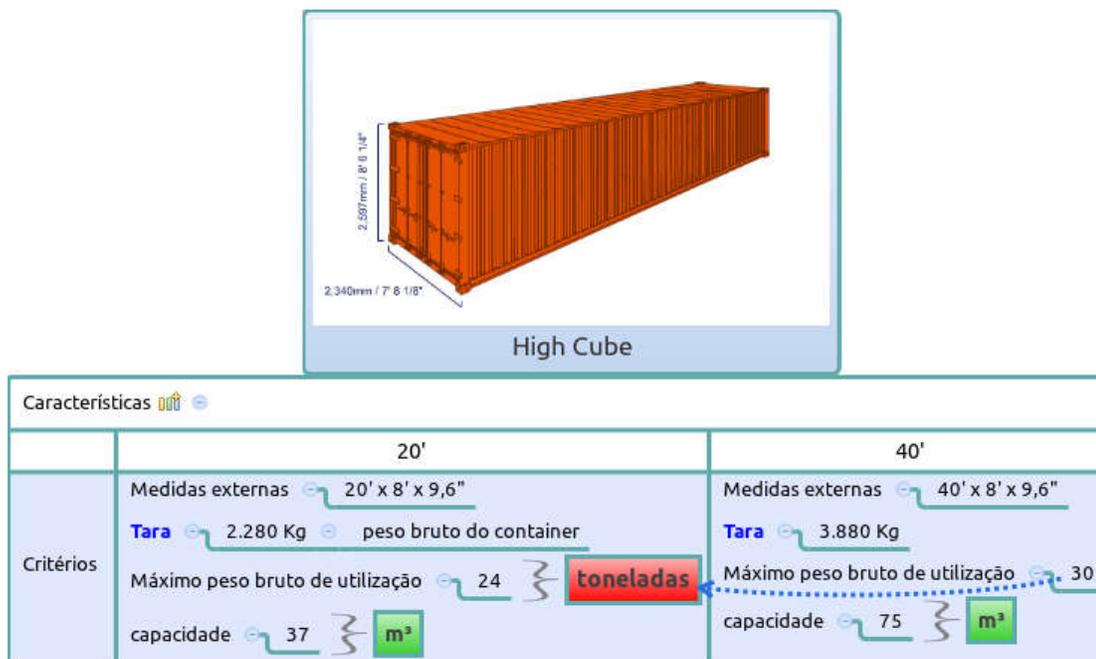
### 2.1.1. Características dos contêineres

Há vários tipos de contêineres para os mais diversos usos, como por exemplo, contêiner plataforma, usado para transporte de cargas com grandes dimensões; contêiner tanque, para transporte de líquidos e gases; contêiner frigorífico, para transporte de cargas que necessitam de resfriamento; dentre outros. De acordo com Guedes e Buoro (2015), os modelos de contêineres mais utilizados no transporte marítimo são os de 20' (6,09 m) e 40' (12,19 m) de comprimento, ambos com largura de 8' (2,43 m), possuem área de piso interno, respectivamente, de aproximadamente 13,80 m<sup>2</sup> e 28,15 m<sup>2</sup>. Na Tabela 1, apresenta-se um resumo sobre as medidas e áreas dos contêineres mais usuais e encontrados para venda, que são o *General Purpose Container*, mais conhecido como *Dry Box*, que possui altura de 8,6' (2,62 m), e o *High Cube*, com altura de 9,6' (2,92 m), como mostra-se nas Figuras 7 e 8.

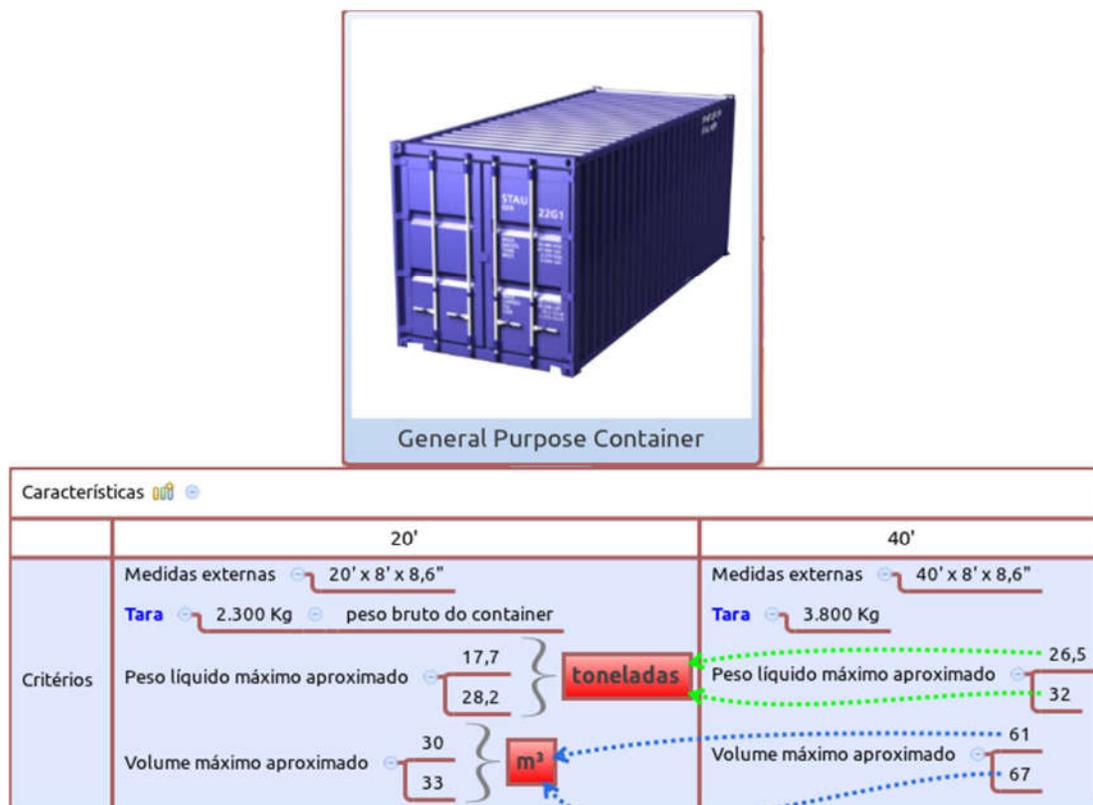
Tabela 1. Medidas e áreas dos contêineres

Medidas	Contêiner 20 Pés			
	Externa		Interna	
	Pés	Metros	Pés	Metros
Comprimento	20'	6,058	19'4"	5,900
Largura	8'	2,438	7'8"	2,352
Altura	8'11"	2,896	8'6"	2,694
Áreas	Pés <sup>2</sup>	Metros <sup>2</sup>	Pés <sup>2</sup>	Metros <sup>2</sup>
	158,98	14,77	149,37	13,88
Medidas	Contêiner 40 Pés			
	Externa		Interna	
	Pés	Metros	Pés	Metros
Comprimento	40'	12,192	39'6"	12,033
Largura	8'	2,438	7'8"	2,352
Altura	8'11"	2,896	8'6"	2,694
Áreas	Pés <sup>2</sup>	Metros <sup>2</sup>	Pés <sup>2</sup>	Metros <sup>2</sup>
	319,95	29,72	304,64	28,30

Fonte: PRIMEX CONTAINERS (2013).

Figura 7. Características do contêiner *High Cube*.

Fonte: SHIPPING PLANET (2019).

Figura 8. Características do contêiner *Dry Box*.

Fonte: SHIPPING PLANET (2019).

### 2.1.2. Contêiner como elemento estrutural

Os contêineres resistem a grandes cargas devido ao seu sistema estrutural, que é composto de vigas e pilares metálicos que formam pórticos para sua sustentação. Essa estrutura é fabricada com aço corten ASTM A 242, de alta resistência estrutural e propriedade anticorrosiva. O esforço preponderante nos perfis metálicos, determinado em modelagem por elementos finitos lineares, é o esforço axial, de compressão ou de tração, e, por isso, esses perfis apresentam, fundamentalmente, o comportamento de bielas e tirantes (da Silva, 2010).

Segundo Sawyers (2008), o empilhamento desses recipientes pode atingir até oito alturas sem a necessidade de estrutura auxiliar, pois são estruturas reforçadas, leves e fabricadas para um adequado encaixe quando fixados uns aos outros.

Todos os contêineres normatizados pela norma ISO 668, de acordo com da Silva (2010), são elementos estruturais que apresentam seis faces, formadas por pórticos de perfis metálicos onde estão soldadas placas metálicas. Esses perfis são, em geral, formados a frio e fabricados em aço corten ASTM A 242, com exceção de um perfil vertical, que fica nos cantos do pórtico de abertura da porta e é mais resistente que os demais, laminado a quente e fabricado em aço SM50YA1. Por essa razão, para efeitos de cálculo, considera-se todos como perfis formados a frio e com a resistência ao escoamento de 340 MPa e resistência à tração de 480 MPa.

Segundo da Silva (2010), os perfis formados a frio possuem grande esbeltez e, devido a essa característica, estão sujeitos a fenômenos como flambagem local da seção e flambagem global, além de torção, havendo, assim, necessidade de se enrijecer a estrutura para evitar tais fenômenos.

Após análise estrutural, da Silva (2010) conclui que as faces laterais e a face frontal dos contêineres trabalham como placas, apresentando esforços em seu plano médio, e que os perfis metálicos estão preponderantemente submetidos a esforços axiais de tração ou compressão, comportando-se, dessa forma, como tirantes e bielas.

A arquitetura do caso de estudo em análise exige bastante da capacidade resistente dos contentores marítimos, justificando-se por isso o fato de alguns dos perfis metálicos não verificarem a segurança, não sendo posta em causa a enorme capacidade resistente dos contentores marítimos enquanto elementos estruturais de edifícios, fato comprovado com a grandeza dos esforços resistentes quando comparados com os esforços atuantes, à

exceção dos casos em que a segurança não foi verificada, que são poucos. Concluindo-se que são de evitar disposições arquitetônicas que exijam grandes aberturas de vãos nas faces dos contentores e interrupção de perfis metálicos. (DA SILVA, 2010, p. 123).

### **2.1.3. Contêiner como elemento de construção**

Com a globalização e a recuperação da economia mundial, depois de uma longa crise econômica que assolou os países até o final da década de 1990, o comércio internacional tomou um rumo de crescimento contínuo. Cada vez mais as nações fizeram transações econômicas, e os países passaram a vender e a comprar de praticamente todos os outros. Essa recuperação dos mercados internacionais, ampliada pela globalização, gerou uma grande demanda de transporte de mercadorias, o que levou ao aumento do número de contêineres transitando por todos os portos do mundo.

Entretanto, conforme França Junior (2017), essas caixas possuem um tempo de serviço de aproximadamente dez anos, após o qual acabam se tornando um problema gigantesco para os grandes portos, que precisam nacionalizá-los e descartá-los.

De acordo com Guedes e Buoro (2015), no ano de 2005, havia aproximadamente 700.000 contêineres desativados nos diversos portos dos Estados Unidos da América, no intuito de diminuir esse passivo ambiental, esse insumo começou a ser utilizado para construção de diversas edificações como escolas, hotéis e residências.

No entanto, segundo Nunes e Silva Sobrinho Junior (2017), edificações feitas com contêineres surgiram durante a década de 1960, quando foram usados como abrigos temporários nas guerras.

Segundo Calory (2015), os contêineres são aplicáveis em diversas formas na indústria da construção civil, como edificações temporárias ou permanentes, podem se tornar edifícios residenciais ou comerciais, áreas de apoio em canteiros de obra como vestiários, escritórios administrativos, banheiros, entre outros.

Na virada dos séculos XX para XXI, os arquitetos e construtores da Europa começaram a projetar visando o aproveitamento de contêineres e, assim, surgiram os

primeiros projetos com o uso deles como habitação. Na Inglaterra, na zona portuária de Londres, em *Trinity Buoy Wharf*, o escritório de arquitetura Nicholas Lacey & Partners realizou um estudo para revitalização da área, uma vez que a região estava degradada, desenvolvendo o projeto *Container City I* (Figuras 9 e 10). O conjunto de edificações começou a ser construído nos anos 2000 e foi terminado em 2001, após apenas cinco meses de construção. São 445 m<sup>2</sup> distribuídos em 12 unidades. O projeto fez tanto sucesso que foi replicado tanto na Inglaterra quanto em outros países europeus e nos Estados Unidos (CONTEINER CITY, 2019).

Figura 9. Projeto *Container City*, vista externa, Londres (Inglaterra)



Fonte: CONTEINER CITY (2019).

Figura 10. Projeto *Container City*, vista interna, Londres (Inglaterra)



Fonte: CONTEINER CITY (2019).

Na cidade holandesa de Amsterdã, os contêineres foram utilizados pela primeira vez em grande escala. A cidade necessitava de uma solução para abrigar os estudantes, que deveria ser de baixo custo e de rápida construção. Tal solução foi desenvolvida pela empresa *Tempohousing*, aproveitando uma oferta considerável de contêineres nos portos chineses. Foi montada uma fábrica que produziu de forma modular habitações com um quarto, um banheiro, uma cozinha, além de aquecimento central, água quente e uma varanda (Figura 11). A empresa começou a construção do chamado *The Keetwonen Project* em meados de 2005 e em junho de 2006 terminou a construção de doze blocos com cinco andares cada, num total de 1.000 unidades com cerca de 28 m<sup>2</sup> cada (TEMPOHOUSING, 2019; Figura 12).

Figura 11. *The Keetwonen project*, vista aérea, Amsterdã (Holanda)



Fonte: TEMPOHOUSING (2019).

Figura 12. *The Keetwonen project*, planta humanizada



Fonte: TEMPOHOUSING (2019).

No mundo, há empresas especializadas em construção utilizando contêineres, citando-se a empresa *Oxycare Prefabrik Mobile Solutions*, com sede na Turquia e filiais no Egito e Emirados Árabes Unidos. Ela vem trabalhando com modulação de infraestrutura para atendimento na área da saúde utilizando contêineres e possui módulos para clínicas moveis com especialidades como odontologia, ginecologia, operação/cirurgia, unidade de terapia intensiva, dentre outras, assim como para hospitais fixos, que podem ser montados com números variados de leitos e serviços de especialidades (Figura 13).

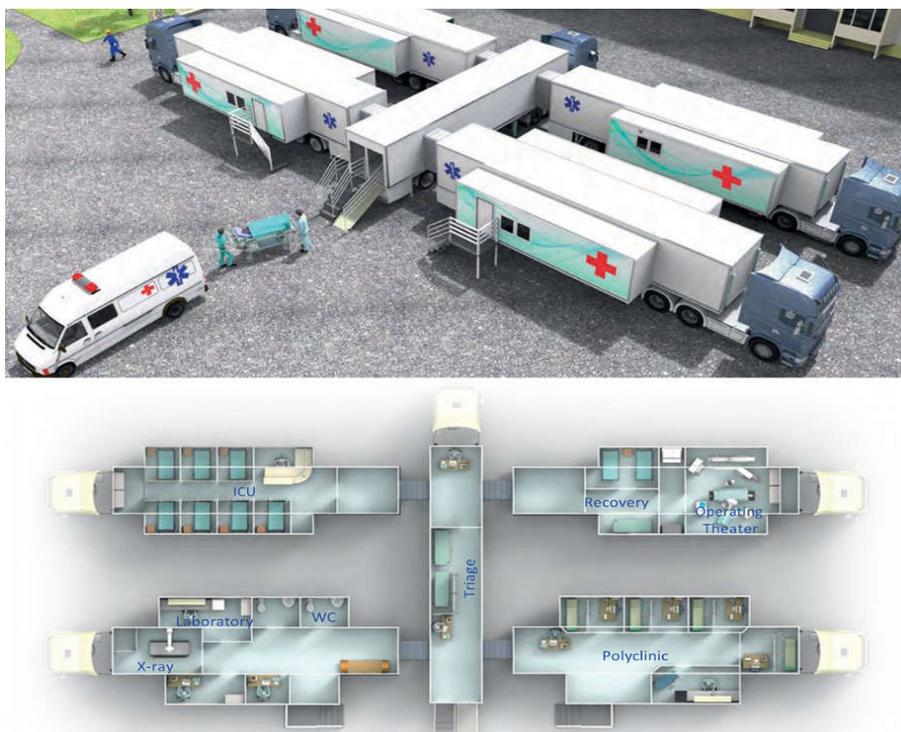
Na Figura 13, mostra-se a unidade móvel de uma clínica odontológica com 12 m de comprimento e 2,35 m de largura. Na Figura 14, mostra-se um pequeno centro de atendimento com sala de operação e recuperação, enfermaria, laboratório, centro de triagem, dentre outras facilidades, montado com cinco módulos rebocáveis. Na Figura 15 (a), mostram-se os módulos básicos fabricados pela empresa e duas hipóteses de montagem da *Mobile Operating Room* (sala de operação móvel), sendo que os módulos básicos possuem comprimentos de 12 m e 6 m e largura de 2,35 m. Na Figura 15 (b) mostram-se o *Expandable Container* (contêiner expansivo), que expandido possui 4 m de largura, mostra-se também o *ISO 20 ft. Container* (Container Dry Box 20'), a *Inflatable Tent* (Tenda Inflável) e a *Extreme Conditions Tent* (Tenda de Condições Extremas).

Figura 13. Clínica odontológica móvel



Fonte: OXYCARE (2020).

Figura 14. Projeto 3D de hospital móvel



Fonte: OXYCARE (2020)

Figura 15. Foto da sala de operação móvel (a) e dos alguns módulos disponíveis (b)



(a)



(b)

Fonte: OXYCARE (2020).

## 2.2. Conforto ambiental

Os principais fatores determinantes para o conforto ambiental são a temperatura e a acústica. De acordo com a norma ASHRAE (2004 *apud* FARIA 2013), o conforto térmico é uma sensação individual, subjetiva, que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor e massa a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico. Segundo Souza (2006), como variáveis de conforto térmico, citam-se: variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade do ar), atividade física (taxa de metabolismo) e vestimenta (isolamento térmico da vestimenta).

O aço, principal material componente do contêiner, possui uma condutibilidade térmica de 55 W/m.K, muito acima de qualquer outro material utilizado na estrutura ou no fechamento de um edifício. Observa-se que, de acordo com Sacht, Rossignolo e Santos (2010), o concreto apresenta condutibilidade térmica de 75 W/m.K e, segundo Santos *et al.* (2015), o bloco cerâmico apresenta condutibilidade térmica de 1,05 W/m.K, enquanto a da argamassa é de 1,15 W/m.K. e a do bloco de concreto é de 1,75 W/m.K.

Conforme Kinsler (1999), a impedância acústica do aço, que é a resistência à passagem do som, é de 38,9 MRayl, também, acima da maioria dos materiais de uma construção. Segundo Gerges (2000), a impedância acústica do concreto é 8,06 MRayl e do tijolo cerâmico é 6,66 MRayl, e, sendo assim, o aço apresenta-se como um excelente isolante acústico. No entanto, as chapas de aço utilizadas em um contêiner são finas, possuindo espessura de 2,6 mm, o que acarreta um baixo isolamento acústico. Devido a esses fatores, o fechamento em aço não oferece um adequado conforto ambiental, tendo-se a necessidade de realizar um tratamento termoacústico no contêiner.

Há vários métodos para se melhorar o conforto ambiental dos contêineres, utilizando-se diversos tipos de materiais. A solução mais frequente e mais vantajosa, considerando a relação entre o custo e o benefício, é a aplicação de materiais isolantes nas paredes e teto, seguida de um fechamento em placas de gesso acartonado ou placas cimentícias. Os materiais mais encontrados no mercado para o tratamento térmico e acústico de fechamentos verticais (paredes) e horizontais (teto) são a lã de vidro, a lã de rocha, o poliestireno expandido, poliestireno extrudado e a espuma de poliuretano. De acordo com Silva (2013), esses materiais possuem os seguintes coeficientes de condutibilidade térmica, sendo, respectivamente, 3,9 W/m.K, 3,7 W/m.K, 4,0 W/m.K, 3,2 W/m.K e 2,3 W/m.K. Tem-se, então, que o poliuretano é o material que apresenta o melhor isolamento térmico, sendo também um excelente isolante acústico.

Nos vãos abertos, janelas e portas, é por onde entra a maior parte dos ruídos externos. Sendo assim, torna-se sempre necessária uma solução mais eficiente para tratar tais aberturas. Segundo Scherer (2005), o vidro comum, com espessuras de 3 mm a 5 mm e de 6 mm a 8 mm, impede respectivamente a passagem de cerca de 28 dB e 29 dB, enquanto um vidro laminado, com espessuras de 6 mm a 8 mm, proporciona uma perda na transmissão sonora de em média 31 dB em relação ao

ambiente externo, e o vidro duplo, por sua vez, proporciona uma perda na transmissão sonora de 31 a 34 dB, dependendo da sua combinação. Para efeito de comparação, segundo Ferreira Neto e Bertoli (2010), uma parede de alvenaria de tijolo cerâmico com 11,5 cm e 14,0 cm de espessura, revestida de argamassa com 1,5 cm de espessura em ambos os lados, tem a capacidade de diminuir respectivamente a transmissão sonora em cerca de 37 dB e 39 dB. Sendo assim, o vidro laminado é uma opção para se obter isolamento acústico adequado.

### **2.3. Construção modular**

O conceito de construção modular remete ao conceito de coordenação modular, que é quando se orientam e se organizam os espaços e materiais de forma com que eles tenham uma medida padronizada entre si, possibilitando uma maior interação entre eles. Segundo Baldauf (2004) os antigos gregos e romanos já usavam medidas padronizadas para organizarem seus espaços estabelecendo medidas padronizadas e moduladas para tubos cerâmicos, telhas, tijolos, colunas e ladrilhos. De acordo com Rosso (1976), foram os japoneses que, no século XVII, deram origem às primeiras normas destinadas a unificar tipos construtivos e dimensões, referenciados no tatame, que é um retângulo cuja medida de um dos lados é o dobro da do outro, com medidas de aproximadamente 90 cm x 180 cm. Sendo assim, os japoneses começaram a construir as suas casas respeitando as medidas desse elemento e os ambientes internos começaram a ser divididos em módulos de tatames, o que se tornou popular no Japão, deste então.

De acordo com Baldauf (2004), a construção modular fez-se popular entre a Primeira (1914-1918) e a Segunda (1939-1945) Guerras Mundiais e contribuiu de forma fundamental para a reconstrução de edificações residenciais nos países destruídos por esses eventos, principalmente na Alemanha, em função da rapidez e da redução de custos proporcionados pela sua utilização.

Segundo ABNT (2010) coordenação modular é a coordenação dimensional mediante o emprego do módulo básico ou de um multimódulo, que é o múltiplo inteiro do módulo básico, normatizado em 100 milímetros. Segundo Castelo (2008) a coordenação dimensional modular, é uma metodologia, que visa criar uma dimensão padrão, que racionalize a concepção e a construção de edifícios, o que permite elevar o grau de industrialização da construção, mantendo, no entanto, a liberdade de

concepção arquitetônica dentro de valores aceitáveis. O sistema de ajustes e tolerâncias inclui as juntas modulares (distância prevista entre os extremos de dois componentes) e ajustes modulares (medida que relaciona o extremo do componente à malha modular) (ROMCY *et al.*, 2014).

A construção modular pode ser classificada em dois sistemas, os sistemas modulares fechados e os sistemas modulares abertos. Segundo Staib, Dörrhöfer e Rosenthal (2008), em sistemas modulares fechados, todos os elementos são produzidos por um único fabricante e podem ser desenvolvidos para edifícios inteiros, como sistemas parciais, sistemas estruturais, fachadas ou para adaptação interna do edifício. Todos os elementos individuais são coordenados e harmonizados uns com os outros e não podem ser simplesmente trocados, alterados ou estendidos conforme desejado, sendo que só podem ser usados dentro desse sistema específico. Sistemas abertos possibilitam o uso de produtos de diferentes fabricantes e é baseado em uma combinação de vários elementos pré-fabricados, que podem ser combinados conforme necessário, permitindo uma ampla gama de projetos de construção. Segundo Branco (2013), os módulos podem ser combinados, empilhados, ligados entre si ou suspensos por uma estrutura que funciona como esqueleto.

O Brasil foi um dos primeiros países, em nível mundial, a aprovar uma norma de Coordenação Modular, a NB 25R (Norma Brasileira), em 1950. Além disso, houve, nos anos de 1970 e início dos anos de 1980, vários conceitos e estudos a respeito, promovidos, principalmente, pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), por universidades e pelo Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum (CBC) (BALDAUF 2004). A discussão sobre a Coordenação Modular foi retomada no Brasil quando a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) propôs uma revisão de suas normas e aprovou a NBR 15873 (ABNT, 2010), intitulada Coordenação Modular para Edificações (ROMCY, 2012).

#### **2.4. Trabalhos relevantes na área**

Há alguns trabalhos que dissertam sobre o uso de contêineres na construção civil, abordando análises estruturais, de conforto ambiental, desempenho estrutural e análise de casos ou projetos. Viana (2018) faz uma análise, por meio de um modelo simulado numericamente, utilizando o programa *EnergyPlus*, com o objetivo de determinar os parâmetros necessários para a utilização do contêiner na construção

civil como uma edificação eficiente. Os resultados obtidos mostram a necessidade de adaptações, concluindo que o revestimento com materiais isolantes térmicos, cobertura adicional e a cor da tinta, influencia na temperatura interna do modelo, diminuindo em até 9,5 °C no verão e aumentando em até 7,9 °C no inverno.

Silva (2018) disserta sobre edificações construídas a partir de contêineres marítimos, no intuito de investigar seu uso na construção civil focando a arquitetura e o desempenho térmico, utilizando-se de vistorias de avaliação técnica, questionários e entrevistas, a fim de avaliar, não somente o microclima das edificações, mas também a satisfação dos usuários. Os resultados mostram que desde o tipo e a cor dos acabamentos e dos materiais utilizados até a implantação da edificação influenciam na temperatura interna da estrutura, concluindo que o contêiner é viável como edificação, sendo imprescindível o tratamento térmico, assim como é necessária mão de obra qualificada para adaptá-lo e possibilitar utilizá-lo como elemento edificante.

França Junior (2017) investiga estruturalmente os contêineres marítimos utilizados em edificações, assim como avalia questões pertinentes às técnicas construtivas. Utilizando-se de modelos computacionais, com hipóteses distintas de condição de apoio, aberturas e carregamentos, analisou o comportamento estrutural dos contêineres marítimos, aplicando o método de elementos finitos, por meio do *software* SAP2000, concluindo que devem ser tomadas precauções quanto às aberturas nos painéis laterais, pois elas podem diminuir a rigidez do elemento, ocasionando deslocamentos e excessivas tensões próximas à tensão de escoamento do material.

Venâncio (2019) propõe diretrizes para a adequada aplicação de contêineres marítimos em edifícios sem a necessidade de reforço estrutural, e, para tanto, ele os analisou estruturalmente, utilizando o método de elementos finitos, com o auxílio do *software* SAP2000. Foram inseridos diversos modelos, variando-se as dimensões e as quantidades de aberturas nos contêineres e os apoios, e, assim, puderam-se estabelecer parâmetros para o empilhamento de contêineres para fins de edificações. Concluiu-se que o maior vão aceitável, sem reforço estrutural é de 1,50 m x 1,50 m, nas faces laterais, assim como o número máximo para empilhamento concêntrico é de quatro unidades, levando em consideração as cargas de vento. Quanto à utilização de balanços, não se chegou a uma diretriz que permitisse a sua utilização sem reforço estrutural. Por fim, considerando o empilhamento de contêineres com aberturas de

vãos, os resultados indicam que, para não haver necessidade de reforço estrutural, deve-se utilizar no máximo duas unidades empilhadas concentricamente com aberturas não superiores a 1,50 m x 1,50 m.

## 2.5. Exemplo prático

Na maioria das vezes, quando se inicia uma obra, as empreiteiras necessitam montar um canteiro de obra, geralmente contando com escritórios, almoxarifados, refeitórios, vestiários, banheiros e algumas vezes inclusive com alojamentos. Essas estruturas podem ser edificadas utilizando-se diversas técnicas construtivas, como alvenaria convencional ou simplesmente painéis de compensado laminado. No final dos serviços há a necessidade de se desmontar o canteiro de obras antes da entrega final da edificação, e essa operação de mobilização e desmobilização além de gerar despesas e muito material de descarte, também demanda tempo.

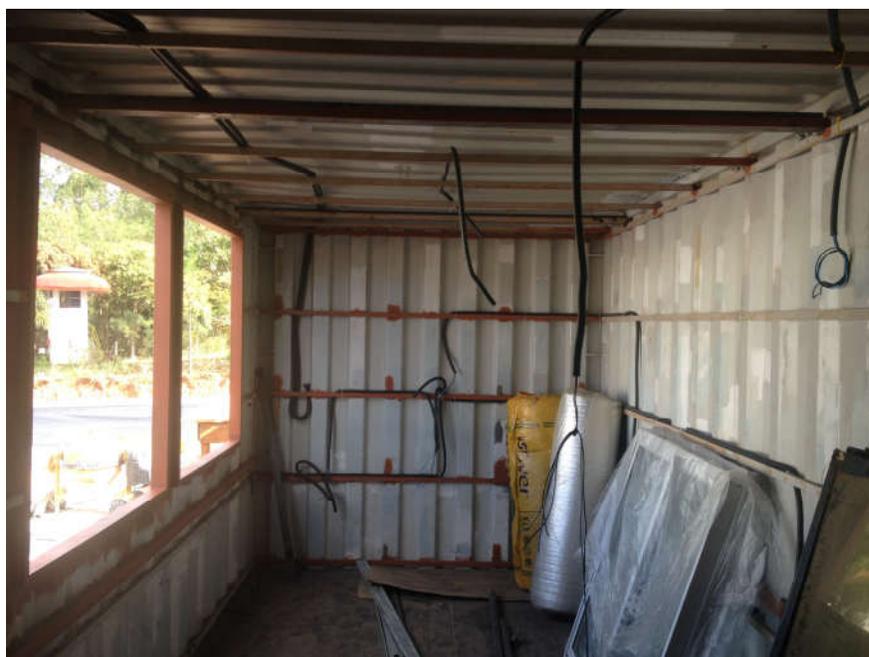
Uma solução encontrada por muitas empreiteiras é o uso de estruturas móveis, que podem ser reutilizadas de uma obra para outra, aplicando-se, por exemplo contêineres, marítimos. A seguir mostra-se uma adaptação de um contêiner, executada pelo autor, para ser utilizado como escritório de obra móvel. Na Figura 16, mostra-se o interior do contêiner ainda em seu estado original, com o piso de compensado naval de 30 mm de espessura. Após a abertura de um vão para instalações de esquadrias, foram soldados perfis metálicos tubulares retangular de 30 mm x 20 mm x 1,2 mm, a fim de planificar as superfícies para posterior instalação de perfis para suporte de *drywall*, assim como um perfil “L” 40 mm x 40 mm x 2 mm no entorno do vão aberto, como observa-se na Figura 17.

Figura 16. Interior do contêiner em estado original



Fonte: O autor (2021).

Figura 17. Interior do contêiner com modificação estrutural



Fonte: O autor (2021).

Posteriormente às adaptações estruturais, houve a instalação de perfis F530 de suporte do *drywall* e da camada de manta de lã de vidro com 50 mm de espessura,

para proteção térmica e acústica. Também foram feitas as instalações elétricas e hidráulicas internas, assim como o revestimento com manta de polietileno expandido com dupla camada aluminizada, para melhor desempenho termoacústico (Figuras 18 e 19).

Figura 18. Interior do contêiner com a instalação da manta de lã de vidro



Fonte: O autor (2021).

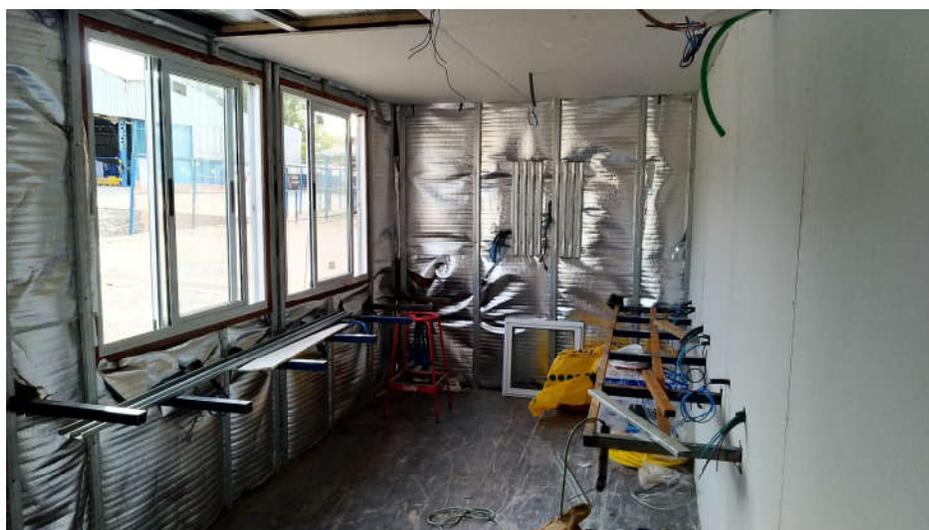
Figura 19. Interior do contêiner com a instalação da manta aluminizada de polietileno



Fonte: O autor (2021).

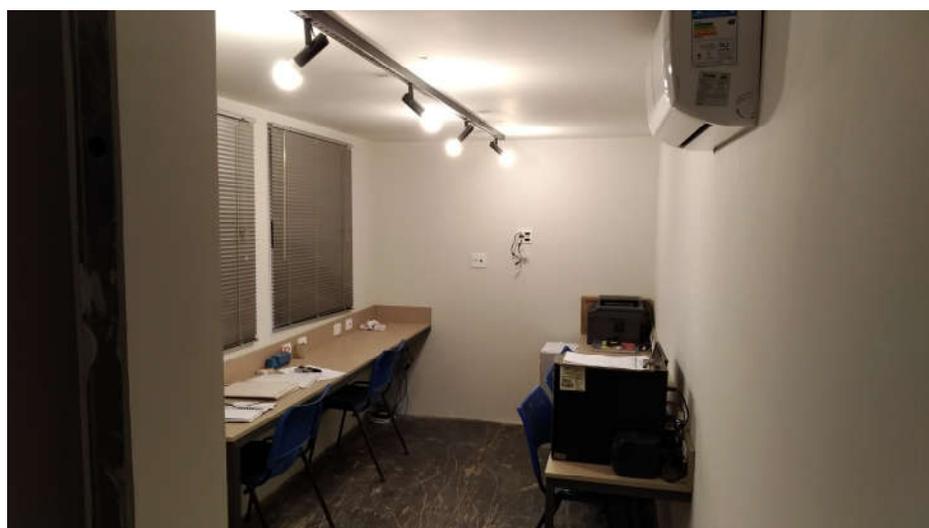
Com o revestimento térmico instalado, prosseguiu-se para o fechamento das superfícies com as placas de gesso acartonado de 12,5 mm de espessura, e o tratamento das juntas (Figura 20). Em seguida, deu-se início ao acabamento, com a pintura das superfícies das placas de gesso, instalação dos acabamentos elétricos e hidráulicos, assim como a fixação da janela de alumínio com vidro laminado de 8 mm de espessura, instalação dos *kits* porta pronta, tipo prancheta, de 30 mm de espessura, colocação dos móveis e limpeza final (Figura 21).

Figura 20. Interior do contêiner com a instalação das placas de gesso acartonado



Fonte: O autor (2021).

Figura 21. Interior do contêiner após o término das adaptações



Fonte: O autor (2021).

É previsto que o escritório seja instalado em local plano, apoiado sob três dormentes de material polimérico, que, segundo de Souza *et al.* (2015), são mais duráveis e não vulneráveis à ataques biológicos, com o intuito de facilitar a instalação sanitária e evitar umidade excessiva no piso de compensado naval. É importante ressaltar que o escritório, apesar de não ter sido submetido a análise térmica ou acústica, foi utilizado diversas vezes pelo autor, podendo ele, assim, afirmar que a estrutura oferece conforto ambiental satisfatório, principalmente se comparada a outras estruturas provisórias.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste trabalho, estuda-se a viabilidade da utilização de contêineres em unidades de saúde. Para cumprir esse objetivo, são coletados dados sobre a quantidade de unidades de saúde existentes nos municípios de Ouro Preto, Mariana e Itabirito, localizados na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, bem como a distribuição dessas unidades e dados sobre a situação socioeconômica básica dos municípios, como número de habitantes, PIB (Produto Interno Bruto) e receita anual. São, também, mostradas as características técnicas dos contêineres.

#### **3.1. Infraestrutura municipal em relação às unidades públicas de saúde**

Os municípios brasileiros são divididos em categorias pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), o que facilita a análise de dados obtidos. A principal divisão usada pelo instituto é a de faixa de população. Nesse quesito existem sete grupos, que são, até 5.000 habitantes, de 5.001 até 10.000, de 10.001 até 20.000, de 20.001 até 50.000, de 50.001 até 100.000, de 100.001 até 500.000 e acima de 500.001 habitantes. Também, segundo o IBGE (2011), quanto menor o município, maior é sua população rural. Com uma parcela maior da população vivendo em área rural, o município tem a necessidade de vascularizar sua infraestrutura, sendo que a somatória do Produto Interno Bruto (PIB) dos 5.037 municípios com população de até 100.000 habitantes representa apenas cerca de 3% do PIB nacional, mesmo representando aproximadamente 49% da população nacional e 96% dos municípios. Em análise, considerando a situação orçamentária, conclui-se que esses municípios têm uma dificuldade maior de gerir a máquina pública descentralizada, uma vez que requerem maior dispersão orçamentária.

Os municípios de Ouro Preto, Mariana e Itabirito estão localizados na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, são cidades economicamente semelhantes e têm como principais atividades econômicas a mineração e o turismo. Além disso são membros integrantes da Instituição de Cooperação Intermunicipal do Médio Paraopeba – ICISMEP, um consórcio intermunicipal de cooperação na área da saúde. Analisando-se os dados do IBGE (2011), constata-se que as três cidades têm a suas receitas aumentadas devido à

atividade mineradora. Na Tabela 2 mostram-se os dados socioeconômicos dos municípios.

Tabela 2. Dados socioeconômicos dos municípios de Ouro Preto, Mariana e Itabirito

Município	Ouro Preto	Mariana	Itabirito
População (2015)	74.036	58.802	49.768
Área (km <sup>2</sup> )	1.245,865	1.194,208	542,609
Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> ) (2015)	59,43	49,24	91,72
PIB (2013) x1000	R\$ 6.653.141,00	R\$ 6.590.899,00	R\$ 4.022.967,00
PIB per capita (2013)	R\$ 90.705,27	R\$ 114.347,90	R\$ 82.753,26
Arrecadação anual (2014) x1000	R\$ 339.413,00	R\$ 367.526,00	R\$ 239.089,00
Arrecadação per capita	R\$ 4.584,43	R\$ 6.250,23	R\$ 4.804,07

Fonte: IBGE (2019).

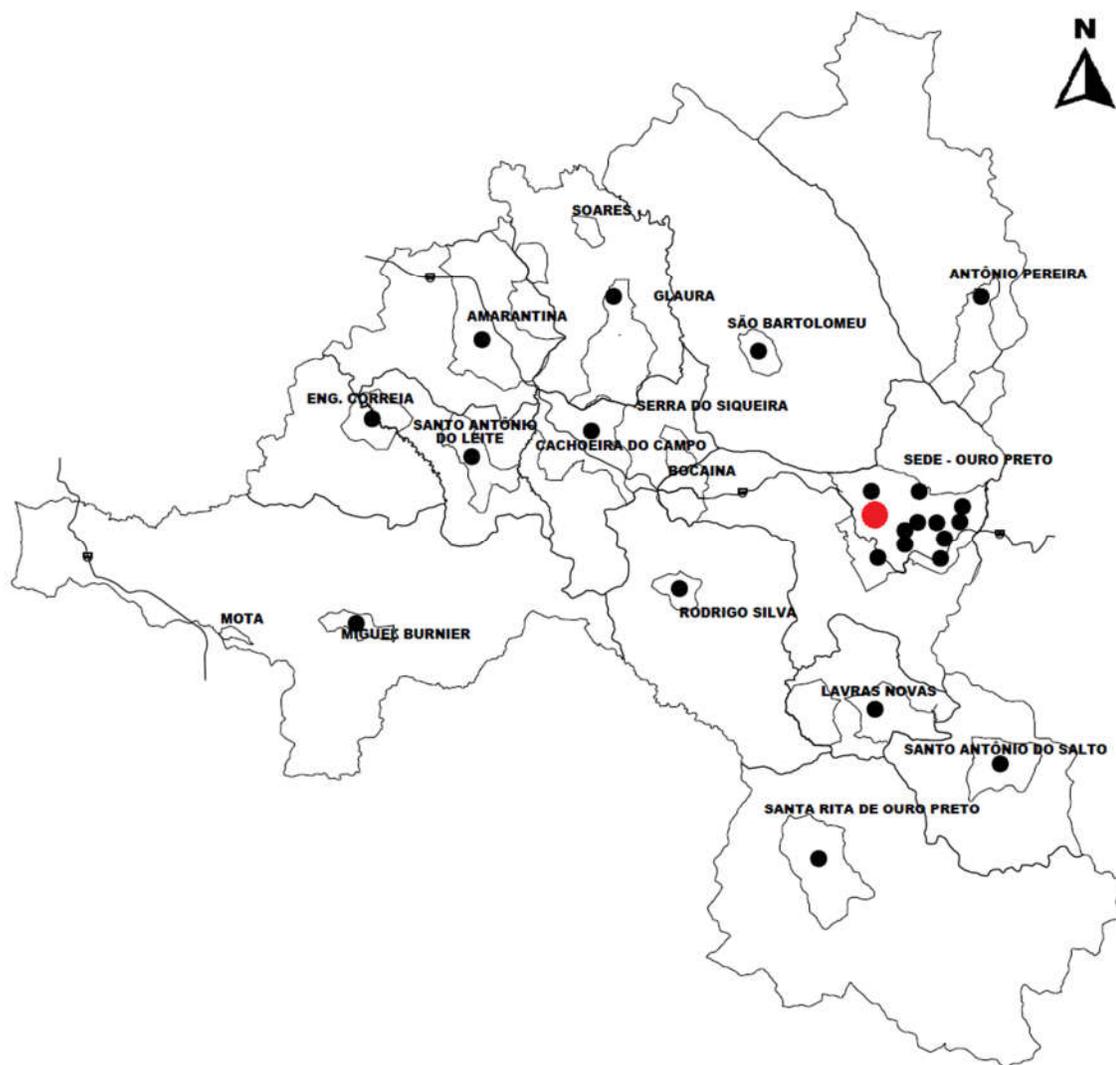
O município de Ouro Preto, de acordo com o IBGE (2016a), possui doze distritos, além da sede, nove dos quais possuem população inferior a 4.000 habitantes. O município mantém sob sua administração 23 Postos de Saúde Familiar (PSF), que é uma unidade de saúde com os mesmos moldes de uma UBS, além de uma policlínica, uma UPA, um Centro de Especialidades Odontológicas (CEO) e dois Centros de Atendimento Psicossocial (CAPS). Não há na cidade nenhum hospital de administração pública. Na Tabela 3, mostra-se a distribuição das unidades públicas de saúde nos distritos do município de Ouro Preto, que pode ser observada no mapa da Figura 22.

Tabela 3. Distribuição das unidades públicas de saúde no município de Ouro Preto –  
MG

Nome do distrito	População censo 2011	Unidades públicas de saúde					
		PSF	UPA	CAPS	CEO	Policlínica	Hospital
Amarantina	3.577	1	-	-	-	-	-
Antônio Pereira	4.480	1	-	-	-	-	-
Cachoeira do Campo	8.923	1	-	-	-	-	-
Engenheiro Correia	403	1	-	-	-	-	-
Glaura	1.418	1	-	-	-	-	-
Lavras Novas	929	1	-	-	-	-	-
Miguel Burnier	809	1	-	-	-	-	-
Rodrigo Silva	1.080	1	-	-	-	-	-
Santa Rita de Ouro Preto	4.243	1	-	-	-	-	-
Santo Antônio do Leite	1.705	1	-	-	-	-	-
Santo Antônio do Salto	1.068	1	-	-	-	-	-
São Bartolomeu	730	1	-	-	-	-	-
Sede	40.916	11	1	2	1	1	-

Fonte: IBGE (2019).

Figura 22. Mapa geopolítico do município de Ouro Preto, com a localização das unidades públicas de saúde, em destaque a UPA



Fonte: Prefeitura Municipal de Ouro Preto, MG (2006).

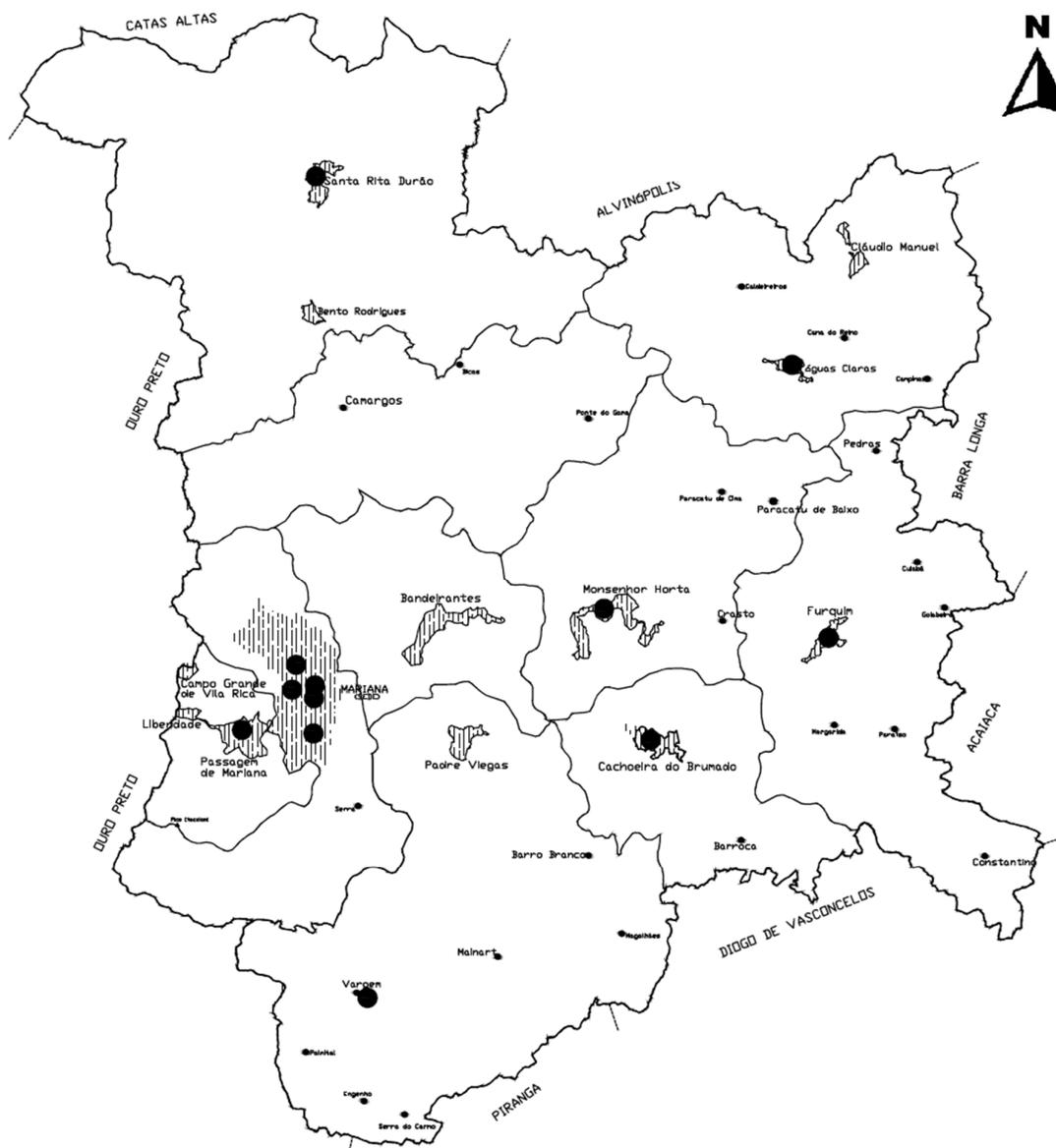
Quanto ao município de Mariana, de acordo com o IBGE (2016b), possui nove distritos, além da sede, e todos os distritos possuem população menor que 4.000 habitantes. O município mantém sob sua administração 12 PSF, além de uma UPA, um CAPS, um CEO e uma Policlínica. Na Tabela 4, mostra-se a distribuição dessa infraestrutura nos distritos do município. No mapa da Figura 23, pode-se observar como essa infraestrutura está distribuída pelo município.

Tabela 4. Distribuição das unidades públicas de saúde no município de Mariana –  
MG

Nome do distrito	População (censo 2011)	Unidades públicas de saúde					
		PSF	UPA	CAPS	CEO	Policlínica	Hospital
Bandeirantes	764	-	-	-	-	-	-
Cachoeira do Brumado	2.261	1	-	-	-	-	-
Camargos	83	-	-	-	-	-	-
Cláudio Manuel	1.161	1	-	-	-	-	-
Furquim	1.656	1	-	-	-	-	-
Monsenhor Horta	1.740	1	-	-	-	-	-
Padre Viegas	2.002	1	-	-	-	-	-
Passagem de Mariana	3.627	1	-	-	-	-	-
Santa Rita Durão	1.956	1	-	-	-	-	-
Sede	38.969	5	1	1	1	1	-

Fonte: IBGE (2019).

Figura 23. Mapa geopolítico do município de Mariana, com a localização das unidades públicas de saúde



Fonte: Prefeitura Municipal de Mariana, MG (2014).

A cidade de Itabirito possui três distritos, além da sede. O município mantém seis UBS's, uma UPA, dois CAPS's, um CEO, um Centro de Especialidades Médicas, além de um Laboratório Municipal, dois Centros de Reabilitação e Fisioterapia (CER), um Centro Viva Vida, programa de auxílio ao combate da mortalidade infantil e materna, e um Centro Hiperdia, programa de auxílio as pessoas com hipertensão, diabetes, doenças cardiovasculares e renais crônicas. Na Tabela 5, mostra-se a

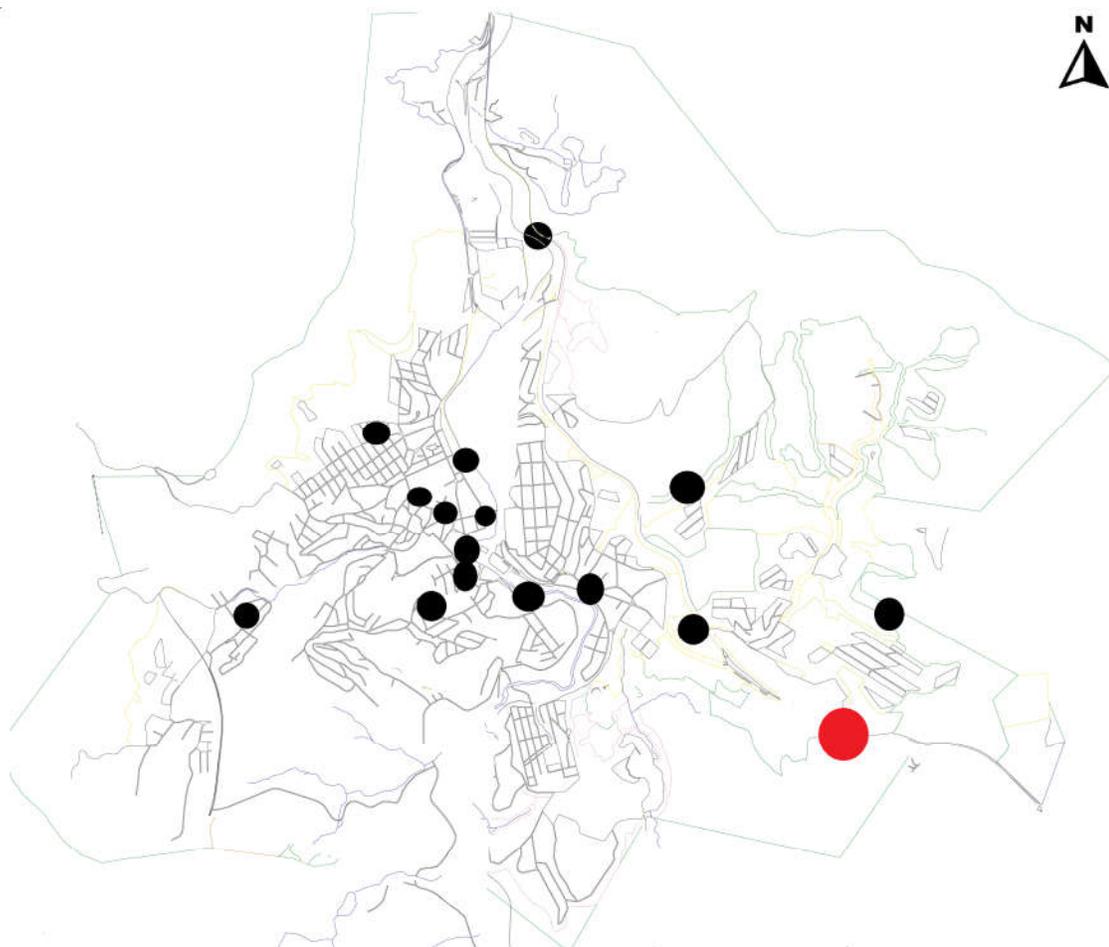
distribuição das unidades de saúde nos distritos. Nos mapas das Figuras 24 e 25, pode-se observar a distribuição dessa infraestrutura no município.

Tabela 5. Distribuição das unidades públicas de saúde no município de Itabirito –  
MG

Nome do distrito	População censo 2011	Unidades públicas de saúde					
		PSF	UPA	CAPS	CEO	Policlínica	Hospital
Acuruí	378	-	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Baçõ	1.141	1	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Monte	380	-	-	-	-	-	-
Sede	43.550	5	1	2	1	1	-

Fonte: IBGE (2019).

Figura 24. Mapa geopolítico da sede do município de Itabirito, com a localização unidades públicas de saúde



Fonte: Prefeitura Municipal de Itabirito, MG (2005).



medicamentos, e o que difere um projeto do outro é exatamente o nível de organização, a quantidade e o tamanho das salas e, principalmente, a qualidade do espaço ofertado.

De acordo com Ministério da Saúde (2015), não existe parâmetro que estabeleça uma proporção ideal de médico por habitante reconhecido e validado internacionalmente. Recomenda-se analisar a situação de cada localidade conforme suas diversas características, a exemplo do modelo assistencial adotado. Uma referência usada para o Programa Mais Médicos foi a meta de 2,7 médicos por 1.000 habitantes, que é a proporção encontrada no Reino Unido, país que, depois do Brasil, tem o maior sistema de saúde público de caráter universal orientado pela Atenção Básica.

Segundo o Ministério da Saúde (2012), uma equipe de saúde da família é composta por um(a) médico(a) e um(a) enfermeiro(a), um(a) técnico(a) em enfermagem e por agentes comunitários de saúde, devendo ser responsável por, no máximo, 4.000 pessoas, sendo a média recomendada de 3.000. Algumas unidades básicas, como exemplo, a do distrito de Ouro Preto, chamado de Engenheiro Correia, com 403 habitantes, leva a prefeitura a realizar um atendimento escalonado, para melhor distribuição de trabalho dos profissionais. Assim, a equipe médica atende em mais de um distrito dentro da semana, por exemplo, segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira em um distrito, e terça-feira e quinta-feira em outro, sendo que a infraestrutura instalada do local tende a ficar ociosa durante a ausência dos profissionais.

### **3.2. Disponibilidade dos contêineres**

Os contêineres indicados para serem aplicados neste trabalho são disponibilizados basicamente em portos marítimos. O mapa da Figura 26, mostra os portos marítimos mais próximos a Ouro Preto. Ressalta-se, entretanto, que eles podem também estar depositados em portos fluviais, em portos secos e, esporadicamente, em depósitos de empresas especializadas em seu reuso.

Figura 26. Mapa dos portos marítimos mais próximos a Ouro Preto



Fonte: ANTAQ (2020).

O Brasil, segundo a Confederação Nacional do Transporte (2018), possui cerca de 1.720.700,3 km de rodovias, dos quais aproximadamente 200.000 km são pavimentados, 30.576 km de ferrovias em operação, mais de 4.000 km de costa navegável. Mais de 107 milhões de toneladas de mercadorias foram movimentadas através de contêineres nos portos brasileiros, cerca de 3,8 milhões de contêineres, havendo assim, um grande volume desse material em circulação pelo país.

Próximos a Ouro Preto há dois portos secos, o de Juiz de Fora, situado a uma distância de 230 km, e o de Uberaba, ambos em MG, a 560 km do município. Os principais portos marítimos mais próximos a Ouro Preto são os de Vitória, ES, de Santos, SP, que pode ser visto na Figura 27, do Rio de Janeiro e de Niterói, RJ, sendo que ficam, respectivamente a 445 km, 690 km, 400 km e 410 km de distância da sede do município. Na Figura 28, mostram-se os municípios com portos no entorno de Ouro Preto. No município de Belo Horizonte, há algumas empresas que comercializam contêineres marítimos, sendo, assim, o local mais próximo para se obterem as peças, pois encontra-se a uma distância de 100 km de Ouro Preto.

Figura 27. Vista do porto de Santos



Fonte: FURTADO (2011).

Figura 28. Mapa da distribuição dos portos na região



1 - Ouro Preto (MG); 2 - Uberaba (MG); 3 - Vitória (ES); 4 - Juiz de Fora (MG); 5 - Rio de Janeiro e Niterói (RJ); 6 - Santos (SP); 7 - Belo Horizonte (MG)

Fonte: GOOGLE (2020), adaptado pelo autor.

### 3.2.1. Implementos utilizados em contêineres

No intuito de dar autonomia e autossuficiência a contêineres adaptados, podem ser utilizados implementos, que permitem que essas estruturas sejam aplicadas em lugares sem acesso à energia, água potável e esgotamento sanitário. Na Figura 29, mostra-se a caixa séptica e um contêiner com essa caixa já instalada, na Figura 30(a), mostra-se o gerador de energia elétrica específico para contêineres, sendo que ele funciona com combustível fóssil, e, na Figura 30(b), apresenta-se um tanque para armazenamento de combustível, que pode também ser utilizado como reservatório de água potável.

Figura 29. Tanque de armazenamento de resíduos para contêineres



Fonte: BRASTEINER (2014).

Figura 30. Gerador para contêineres (a) e tanque de combustível ou caixa d'água (b)



Fonte: REALREEFER (2016); TB TANQUES E BOMBAS (2020).

#### 4. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS DE UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE UTILIZANDO CONTÊINERES

Os modelos propostos de unidades básicas de saúde utilizando contêineres e desenvolvidos durante a pesquisa baseiam-se no referencial bibliográfico e no conhecimento teórico e prático deste autor sobre o tema. Aplicam-se contêineres de 20' dry, com isolamento interno em lã de rocha com espessura de 50 mm, sendo o isolante com o menor custo entre os pesquisados, e fechamento de placas de gesso acartonado com espessura de 12,5 mm. O contêiner pode ser móvel, transportado por meio de caminhão tipo *munck*, e depositado no local do atendimento (Figura 31). Ou pode ser montado em um semirreboque e ser deslocado por um caminhão (Figura 32). Em ambas as situações, o módulo pode assumir diversas configurações internas, dependendo do objetivo do atendimento.

Figura 31. Caminhão Munck levando contêiner



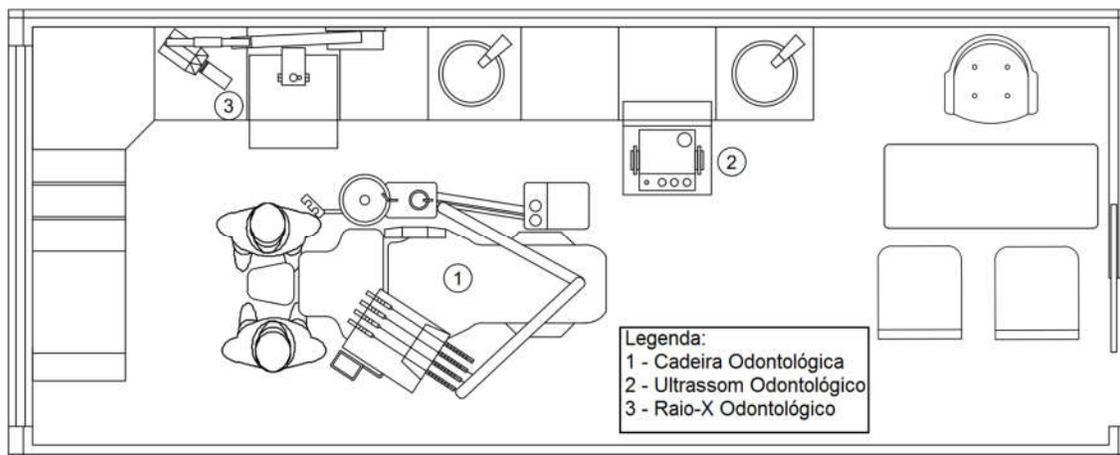
Fonte: H-MAX LOCAÇÃO (2015).

Figura 32. Semirreboque carregado com contêiner



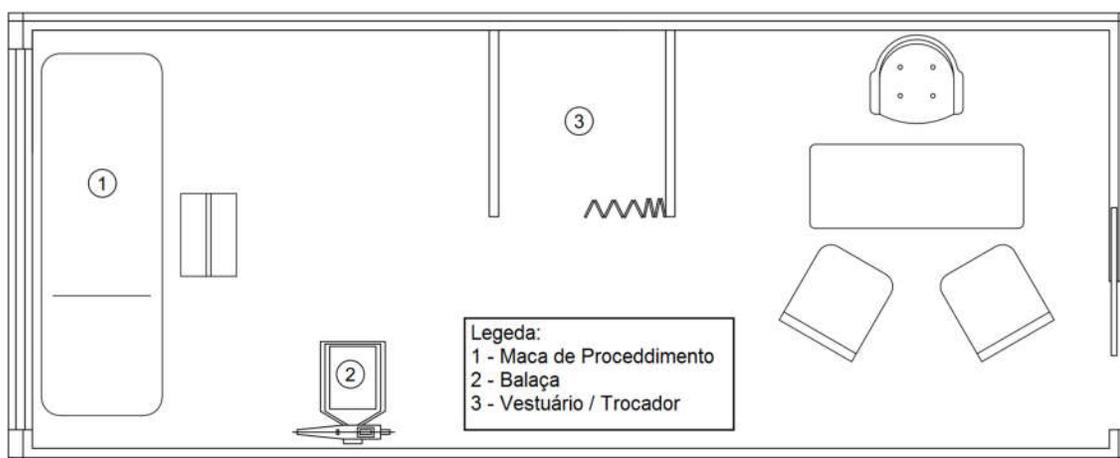
Fonte: PORTA KLEEN (2020).

O primeiro modelo a ser apresentado é de um consultório odontológico com cadeira com pedal de comando, equipado com seringa tríplice e terminais para alta e baixa rotação, refletor, unidade auxiliar com sugador automático, raio X odontológico, revelador de raio X odontológico e autoclave odontológica, além de duas pias e armários para estocagem das ferramentas e materiais. A unidade também pode contar com um compressor, instalado em uma caixa acústica, e um ar condicionado. O contêiner possui uma de suas portas modificada para instalação de uma porta de correr. A parede lateral oposta à essa porta também passa por alterações com a abertura de um vão para instalação de uma janela com vidro laminado, para proporcionar iluminação natural ao ambiente. Na Figura 33, mostra-se o *layout* básico, podendo-se observar com mais detalhes no Apêndice A.

Figura 33. *Layout* da unidade odontológica

Fonte: O autor (2021).

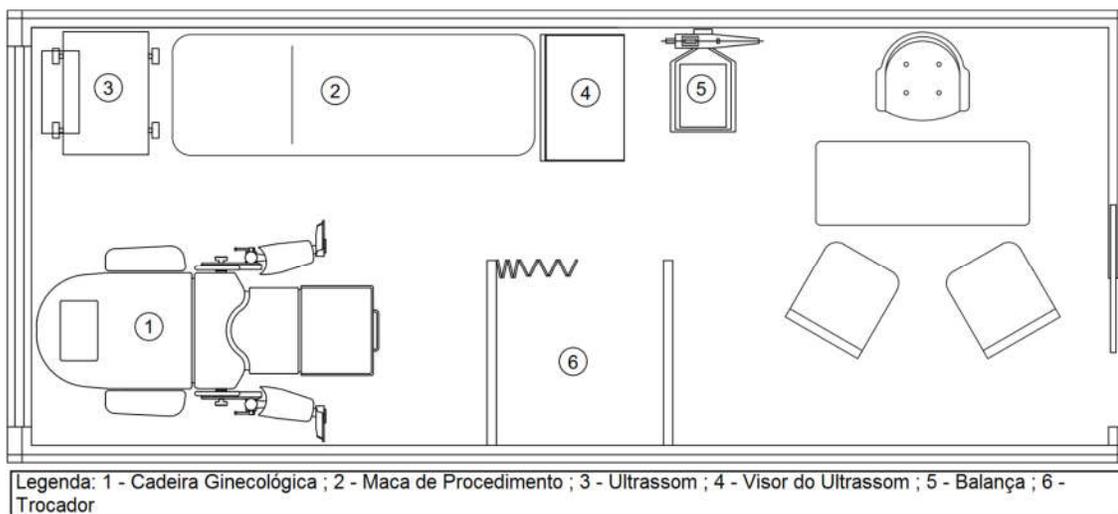
As unidades devem ter acesso a um ponto de água, esgoto e energia no caso de serem instaladas periodicamente nos mesmos locais. Ou podem ser acoplados ao contêiner um depósito de água, um gerador e um depósito para esgoto para atendimento em regiões onde não se dispõe de tais recursos, que podem ser instalados até mesmo em casos de emergência humanitárias e ambientais. Na Figura 34 mostra-se o *layout* de um consultório médico para atendimento de clínica geral, podendo-se observar com mais detalhes no Apêndice B.

Figura 34. *Layout* da unidade de clínica médica para atendimento geral

Fonte: O autor (2021).

Há vários tipos de especialidades médicas e odontológicas que podem ser montadas dentro do modelo padrão, sendo uma limitação dada pelos equipamentos de grande volume, como os que são utilizados em exames de tomografia e ressonância magnética. Na Figura 35, está representado o *layout* de um consultório de ginecologia e obstetrícia, equipado com ultrassonografia e cadeira ginecológica, podendo-se observar o modelo com mais detalhes no Apêndice C.

Figura 35. *Layout* da unidade de atendimento ginecológico e obstetra



Fonte: O autor (2021).

Observa-se nos três modelos apresentados apenas uma diferença em sua parte estrutural e de acabamento, pois o contêiner de clínica geral e o de ginecologia e obstetrícia possuem um trocador, então possuem alguns metros quadrados ( $m^2$ ) a mais de paredes de gesso acartonado. Assim, o modelo odontológico possui aproximadamente  $33,00 m^2$  de paredes e nos demais há um acréscimo aproximado de  $4,00 m^2$ , totalizando  $37,00 m^2$ . As áreas do teto e do piso são as mesmas, ou seja,  $14,80 m^2$ . As esquadrias também se repetem, sendo uma janela de vidro laminado com película fosca de  $2,05 m \times 1,55 m$  e uma porta de correr de  $2,10 m \times 0,80 m$ . O piso deve ser revestido com um material que possa ser limpo e higienizado facilmente, assim como o rodapé, sugerindo-se a aplicação de piso vinílico, que é um revestimento a base de policloreto de vinila (PVC). Para os rodapés, a sugestão proposta é usar borracha lisa de no mínimo  $7,0 cm$  de altura. Na Tabela 6, mostra-se um resumo das áreas e do perímetro interno dos modelos.

Tabela 6. Área e perímetro interno dos modelos

Medidas	Odontológico	Clínica Geral	Ginecologia
Teto (m <sup>2</sup> )	14,80	14,80	14,80
Piso (m <sup>2</sup> )	14,80	14,80	14,80
Paredes (m <sup>2</sup> )	33,00	37,00	37,00
Janela (m <sup>2</sup> )	3,20	3,20	3,20
Porta (m <sup>2</sup> )	1,70	1,70	1,70
Rodapé (m <sup>2</sup> )	8,05	9,85	9,85
Perímetro Interno (m)	16,10	19,70	19,70

Fonte: O autor (2021).

#### 4.1. Custo dos contêineres

Na Tabela 7, consta a média de preços dos contêineres, levando em consideração quatro fornecedores diferentes em quatro cidades diferentes, Belo Horizonte (MG), Campinas (SP), Vila Velha (ES) e Lençóis Paulista (SP). Todos os preços foram obtidos por meio de cotações a fornecedores, entre os dias 24 de fevereiro e 18 de março de 2021, estando disponíveis nos Apêndices E, F, G e H.

Tabela 7. Custo de contêineres de quatro fornecedores diferentes, em reais (R\$)

Cidade (Estado)	20" DC	40" DC	40" HC
Belo Horizonte (MG)	R\$ 13.000,00	R\$ 16.000,00	R\$ 18.000,00
Vila Velha (ES)	R\$ 11.000,00	R\$ 16.000,00	R\$ 18.500,00
Campinas (SP)	R\$ 14.500,00	R\$ 19.500,00	R\$ 25.350,00
Lençóis Paulista (SP)	R\$ 8.200,00	R\$ 10.300,00	R\$ 12.500,00
Média	R\$ 11.675,00	R\$ 15.450,00	R\$ 18.587,50

Fonte: O autor (2021).

O Ministério da Infraestrutura (2021), por meio da resolução número 5.923 de 18 de janeiro de 2021, atualiza a tabela nacional do frete, estabelecendo que o preço mínimo do frete para deslocamento de um contêiner de 20' é de R\$ 2,9109/km, considerando o deslocamento por veículo de quatro eixos. Em relação ao contêiner de 40', o custo é de R\$ 3,2735/km, considerando deslocamento por veículo

de cinco eixos. É estabelecido ainda o custo de carga e descarga, sendo R\$ 261,81 para o contêiner de 20' e R\$ 276,67 para o de 40'. Na Tabela 8, mostra-se o cálculo dos preços dos fretes a serem cobrados, partindo-se dos principais portos e de Belo Horizonte com destino à cidade de Ouro Preto, assim como o preço médio entre eles, lembrando-se que são cobradas a ida e a volta do veículo, ou seja, multiplica-se por dois a distância entre as cidades.

Tabela 8. Preços médios de frete de Belo Horizonte e dos principais portos para a cidade de Ouro Preto

Cidade (Estado)	Distância (km)	20" DC	40" DC	40" HC
Belo Horizonte (MG)	100	R\$ 843,99	R\$ 931,37	R\$ 931,37
Vila Velha (ES)	451	R\$ 2.887,44	R\$ 3.229,37	R\$ 3.229,37
Campinas (SP)	623	R\$ 3.888,79	R\$ 4.355,45	R\$ 4.355,45
Lençóis Paulista (SP)	827	R\$ 5.076,44	R\$ 5.691,04	R\$ 5.691,04
Média	500,25	R\$ 3.174,17	R\$ 3.551,81	R\$ 3.551,81

Fonte: O autor (2021).

Analisando os preços médios dos contêineres e do frete, conclui-se que o mais vantajoso, sob o ponto de vista financeiro, é a aquisição do produto em Lençóis Paulista (SP), como mostra-se na Tabela 9.

Tabela 9. Custo médio em reais do contêiner com o frete incluso

Cidade (Estado)	Distância (km)	20" DC	40" DC	40" HC
Belo Horizonte (MG)	100	R\$ 13.843,99	R\$ 16.931,37	R\$ 18.931,37
Vila Velha (ES)	451	R\$ 13.887,44	R\$ 19.229,37	R\$ 21.729,37
Campinas (SP)	623	R\$ 18.388,79	R\$ 23.855,45	R\$ 29.705,45
Lençóis Paulista (SP)	827	R\$ 13.276,44	R\$ 15.991,04	R\$ 18.191,04
Média	500,25	R\$ 14.849,17	R\$ 19.001,81	R\$ 22.139,31

Fonte: O autor (2021).

#### 4.2. Custos das soluções arquitetônicas propostas

Os custos podem ser divididos, como em toda edificação, em três etapas principais, sendo elas, custo de construção, de operação e de manutenção. Esta pesquisa tem como foco os custos de construção, pois, após análise dos três centros de custos, é o que mais se difere das estruturas convencionais, uma vez que, para a operação do sistema, os custos com energia, água e insumos são praticamente os mesmos. Os custos de manutenção de uma estrutura em contêiner e de uma estrutura convencional também não se diferem muito.

Assim sendo, passa-se à realização de um levantamento quantitativo dos materiais a serem utilizados na fabricação das unidades fixas, que podem eventualmente serem desinstaladas e transportadas para outros locais, buscando-se sempre utilizar materiais de fácil acesso no mercado. Aplicando-se os preços e custos segundo Minas Gerais (2020), de acordo com a planilha de preços da Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas de Minas Gerais (SETOP-MG), referente a setembro de 2020, e Caixa Econômica Federal (2021), de acordo com o relatório de insumos e composições: Minas Gerais, referente a janeiro de 2021 (SINAPI), estimam-se os custos dos modelos, sendo que, nas tabelas da SETOP-MG e do SINAPI, já estão inclusos os valores de mão-de-obra para realização dos serviços de instalação dos materiais. Os resultados obtidos estão no Apêndice D. Na Tabela 10, mostram-se um resumo com o total de custo por item e o total geral das modificações nos contêineres, necessárias para adaptá-los em unidades odontológica, clínico geral e ginecológica, montadas em um contêiner de 20' *Dry Box*.

Tabela 10. Custos das adaptações para unidades odontológica e médica

	Odontológico	Clínico Geral	Ginecológico
Estrutura	R\$ 3.311,18	R\$ 3.311,18	R\$ 3.311,18
Fechamento	R\$ 6.170,01	R\$ 6.595,89	R\$ 6.595,89
Esquadrias	R\$ 1.814,16	R\$ 1.814,16	R\$ 1.814,16
Impermeabilização	R\$ 1.186,81	R\$ 1.186,81	R\$ 1.186,81
Piso	R\$ 2.394,97	R\$ 2.539,72	R\$ 2.539,72
Hidrossanitário	R\$ 1.378,21	R\$ 804,33	R\$ 804,33
Instalação Elétrica	R\$ 2.470,57	R\$ 1.773,09	R\$ 2.184,31
Complementos	R\$ 267,93	R\$ 178,62	R\$ 178,62
Valor Total	R\$ 18.993,83	R\$ 18.203,79	R\$ 18.615,01
Valor Total por m <sup>2</sup>	R\$ 1.283,37	R\$ 1.229,99	R\$ 1.257,77

Fonte: O autor (2021).

#### 4.3. Análise comparativa dos custos

Como apresentado na Tabela 7, o valor médio de um contêiner 20' *Dry Cube* é R\$ 11.675,00 e de um 40' *High Cube* é R\$ 18.587,50, sendo que os valores dos fretes médios para transportá-los até Ouro Preto, como mostrado na Tabela 8, é de R\$ 3.174,16 e R\$ 3.551,81, respectivamente. Considerando apenas o contêiner de 20' *Dry Cube*, estima-se o custo total das soluções arquitetônicas propostas. Na Tabela 11, mostram-se os custos totais e por área das soluções propostas.

Tabela 11. Custo total médio das soluções arquitetônicas

	Odontológico	Clínico Geral	Ginecológico
Valor Total das Modificações	R\$ 18.993,83	R\$ 18.203,79	R\$ 18.615,01
Valor Médio do Contêiner 20' <i>Dry Cube</i>	R\$ 11.675,00	R\$ 11.675,00	R\$ 11.675,00
Valor Médio do Frete até Ouro Preto (MG)	R\$ 3.174,16	R\$ 3.174,16	R\$ 3.174,16
Valor Total da Unidade	R\$ 37.017,16	R\$ 36.227,12	R\$ 36.638,34
Valor Total por m <sup>2</sup>	R\$ 2.286,69	R\$ 2.233,31	R\$ 2.261,09

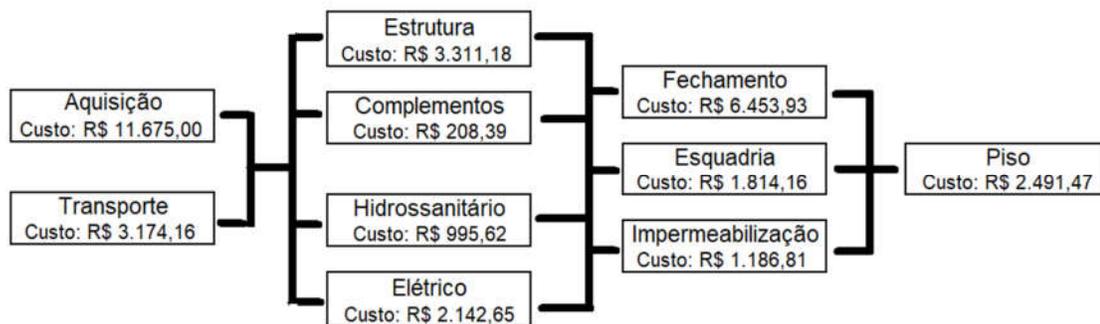
Fonte: O autor (2021).

A Fundação Nacional de Saúde (2017) fez um levantamento de custos de construção das unidades de atendimento básico à saúde edificadas a partir dos projetos padrão do Governo Federal, obtendo a média nacional de R\$ 2.398,26/m<sup>2</sup>, sendo que a média na região sudeste é de R\$ 2.506,39/m<sup>2</sup>, sem considerar o Benefício e Despesas Indiretas (BDI), sendo esse o último levantamento realizado.

De acordo com edital da Prefeitura Municipal de Pouso Alegre (2020), o preço de uma UBS, não padronizada, é de R\$ 2.759,78/m<sup>2</sup>. Segundo edital da Prefeitura Municipal de Guaxupé (2020a), o preço de uma UBS, também não padronizada, é de R\$ 2.638,25, e, ainda segundo edital da Prefeitura Municipal de Guaxupé (2020b) o preço de uma UBS, também não padronizada, é de R\$ 2.911,41/m<sup>2</sup>. Em edital recente da Prefeitura Municipal de Contagem (2020), o valor de construção de uma UBS, utilizando-se a técnica construtiva *light steel framing*, é de R\$ 3.572,54/m<sup>2</sup>. Tomando como referências esses três municípios de Minas Gerais, se forem consideradas as unidades de estrutura convencional, o valor médio de uma UBS seria de R\$ 2.769,81.

Para efeito de comparação entre estruturas convencionais e a proposta, é utilizado o custo médio. O valor médio para implantação das soluções arquitetônicas proposta é de R\$ 2.260,36. Em uma análise comparativa dos valores médios de construção de uma unidade utilizando contêiner e uma unidade utilizando a técnica convencional de construção, nota-se que os modelos propostos custariam, em média, 18,39% a menos que o modelo convencional, mostrando-se viável do ponto de vista econômico, podendo ser uma opção de técnica construtiva para edificações de infraestrutura da saúde pública. Além disso, outras vantagens para o órgão público são a rapidez de construção e o fato de serem obras limpas e de fácil padronização. Na Figura 36, mostra-se um diagrama dos custos médios das etapas da adaptação de um contêiner em infraestrutura de saúde pública.

Figura 36 – Diagrama resumo das etapas de construção dos modelos e seus custos médios



Fonte: O autor (2021)

## **5. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES**

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais do trabalho e algumas sugestões para trabalhos futuros.

### **5.1. Considerações finais**

A partir das análises realizadas, as soluções arquitetônicas propostas neste trabalho mostram vantagem financeira, do ponto de vista de valor final investido, sobre as estruturas convencionais comumente utilizadas, permitindo afirmar que a adaptação de contêineres marítimos para reuso na construção civil é uma prática sustentável, uma vez que se trata do aproveitamento de um material a ser descartado, e viável financeiramente, uma vez que apresenta custo de produção menor que o das técnicas convencionais.

No entanto, a aplicação de contêineres marítimos adaptados como unidades básicas de saúde, conforme apresentada aqui, mostra-se viável, observando-se os locais adotados neste estudo, não devendo os resultados obtidos serem utilizados como referência para outras regiões.

Fazendo uma análise de todo o contexto que envolve a construção de uma unidade de saúde, ou qualquer outra construção de utilidade pública, devem-se levar em consideração fatores como o gasto do dinheiro público, tempo de construção, geração de empregos, renda média dos empregos gerados, percentual da população atendida pela obra, giro de capital na economia local, dentre outros. Nesse contexto, é importante estudar mais a fundo o impacto da industrialização das obras de utilidade pública, posto que a industrialização é positiva em alguns quesitos e negativa em outros.

Em uma análise menos profunda, em relação ao gasto do dinheiro público, a industrialização tende a ser positiva, uma vez que seu custo de construção é menor, podendo ser ainda menor se for considerada a hipótese de montagem industrial em série com automatização. Em relação ao tempo de construção, também se tem um aspecto positivo, uma vez que podem ser construídas mais utilidades públicas em menor tempo, atingindo-se, mais rapidamente, um maior percentual da população.

Do ponto de vista da geração de empregos, é necessário um estudo mais aprofundado, pois, de um lado, geram-se menos empregos, porém, eles possuem

renda mais elevada que o sistema convencional. Em relação ao giro de capital local, a industrialização das obras de utilidade pública pode ser algo negativo, caso não haja a produção, no mercado local, de nenhum dos componentes que compõem a estrutura final da construção. Sendo assim, o capital outrora circulante naquele comércio local irá girar nos locais de produção de tais componentes.

Levando em consideração todos os fatores, a utilização dos contêineres marítimos, para uso como equipamento de saúde pública, mostra-se viável do ponto de vista econômico, podendo levar serviços básicos de saúde para locais menos habitados e mais isolados de forma ágil, sustentável e com menor custo, podendo ainda serem utilizados de maneira móvel ou fixa, ou serem aplicados na construção de centros de saúde maiores que venham a ser demandados em locais mais populosos ou por algum tipo de calamidade pública.

## **5.2. Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestões para trabalhos futuros, enumeram-se:

- Análise dos impactos ambientais do reuso de contêineres marítimos;
- Verificação da viabilidade do uso de contêineres marítimos para a construção de grandes centros de utilidade pública;
- Análise do impacto da industrialização da construção civil na microeconomia;
- Análise da eficiência energética dos modelos propostos;
- Análise da viabilidade do uso de contêineres marítimos como escola rural;
- Análise da viabilidade do uso de contêineres marítimos como edifícios com mais de três pavimentos;
- Verificação da estrutura de edifícios de mais de três pavimentos com o uso de contêineres marítimos;
- Análise de viabilidade da modulação dos projetos padrões da Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e das UBS's e UPA's, utilizando-se contêineres marítimos;
- Análise do comportamento térmico e acústico das soluções propostas;
- Análise do comportamento térmico e acústico do exemplo prático apresentado.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Instalações Portuárias: Portos: Portos Brasileiros**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/>. Acesso em: 25 mar. 2020.

AGÊNCIA VERDE-OLIVA. **Conheça o Hospital de Campanha do Exército**. Brasília, DF, 13 jul. 2017. Disponível em: <[https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset\\_publisher/MjaG93KcunQI/content/conheca-o-hospital-de-campanha-do-exercito](https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/MjaG93KcunQI/content/conheca-o-hospital-de-campanha-do-exercito)>. Acesso em: 25 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NB 25R**: Modulação das Construções. Rio de Janeiro: ANBT, 1950.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro: ANBT, 2010.

BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Contribuição à Implementação da Coordenação Modular da Construção no Brasil**. 2004. 146 f. Dissertação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BIANCONI, Adriano; DEMÉTRIO, Eduardo da Costa; PICCOLI, Graziela da Costa. **Casa em Contêiner Reciclado**. 2012. 24 f. Monografia (Graduação em Gestão Imobiliária) – Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2012.

BRANCO, Jorge M. Casas de Madeira. Da tradição aos novos desafios. **Seminário Casas de Madeira**, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, volume único, Lisboa, p. 75-86, abril, 2013.

BRASIL. Decreto nº 80.145 de 15 de agosto de 1977. Regulamento a Lei n.º 6.288, de 11 de dezembro de 1975, que dispõe sobre a unitização, movimentação e transporte, inclusive intermodal, de mercadorias em unidades de carga, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 ago. 1977.

BRASTEINER. **Produtos: Caixa de Dejetos**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://brasteiner.com.br/todos-os-produtos/caixa-de-dejetos/>. Acesso em: 11 nov. 2020.

BONFIELD, Emmons W. **Portable Container**. Depositante: American Box Board Company; US1668800A. Depósito: 24 ago. 1925. Concessão: 8 mai. 1928. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US1668800A/en>. Acesso em: 21 out. 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Relatório de Insumos e Composições: Minas Gerais**, 01/2021. Brasília, fev. 2021. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_648](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648). Acesso em: 24 fev. 2021.

CALORY, Sara Queren Carrazedo. **Estudo do uso de contêineres em edificações no Brasil**. 2015. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Campo Mourão, 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do transporte: Estatísticas consolidadas**. Ed. 3. Brasília, 2018. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Inicial>. Acesso em: 08 dez. 2020.

CONTAINER CITY. **Commercial Projects: Container City 1**. Londres, 2019. Disponível em: <http://www.containercity.com/container-city-1>. Acesso em: 11 nov. 2020.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. Portal da Transparência: Despesas. Brasília: CGU, 2020. Disponível em: <http://www.portaltransparencia.gov.br/despesas?ano=2020>. Acesso em: 21 out. 2020.

COMITÉ EUROPEU DE NORMALIZAÇÃO. **EN 1993: Eurocode 3: Design of steel structures**. Bruxelas: CEN, 2005.

CASTELO, João Luís de Couto. **Desenvolvimento de modelo conceptual de sistema construtivo industrializado leve destinado à realização de edifícios metálicos**. 2008. 278 f. Dissertação - Universidade do Porto, Porto, 2008.

DA SILVA, Rui Davide Fernandes. **Construção com Contentores Marítimos Remodelados - Estudo de Caso de Aplicação**. 2010. 230 f. Dissertação - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.

DE SOUZA, Lucas Tadeu Albino; NUNES, Nilson Tadeu Ramos; PORTO, Marcelo Franco; BATISTA, Fabiana Carla. Dormentes de plástico reciclado – Viabilidade técnica e econômica da aplicação na via permanente – Linha 1 do metrô de BH. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET. XXIX, 2015, Ouro Preto. **Anais**. Rio de Janeiro, ANPET, 2015. p. 305-314.

FARIA, Marcela Assunção. **Avaliação das Condições de Conforto Térmico nas Salas de Aula do Campus Morro do Cruzeiro da UFOP**. 2013. 156 f. Dissertação - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Ouro Preto, 2013.

FERREIRA NETO, Maria F.; BERTOLI, Stelamaris R. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmicos: uma comparação entre Brasil e Portugal. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n.4, p. 169-180, out./dez., 2010.

FRANÇA JUNIOR, Adelmo Magalhães. **Análise Estrutural de Contêineres Marítimos Utilizados em Edificações**. 2017. 156f. Dissertação - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Ouro Preto, 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Nota Técnica 007/2017**. Resposta ao Memorando GAB/SAS/nº 14, de 26 de janeiro de 2016. Brasília: 20 jan. 2017. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/maio/05/Nota-tecnica-FNS---valores-UBS-janeiro-2017.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2020.

FURTADO, Sergio. Imagens Aéreas – Porto de Santos. **Estúdio 58: Imagens Aéreas**. Santos, 01 fev. 2011. Disponível em: <http://imagensaereas.com.br/cidades/santos>. Acesso em: 28 mar. 2020.

GERGES, Samir. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 2. ed. Florianópolis: NR Consultoria e Treinamento, 2000.

GOOGLE. **Google Maps: Brasil**. Mountain View, 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Brasil/@-21.4042599,-46.1339993,7.25z/data=!4m5!3m4!1s0x9c59c7ebcc28cf:0x295a1506f2293e63!8m2!3d-14.235004!4d-51.92528>. Acesso em: 28 jul. 2020.

GUEDES, Rita; BUORO, Anarrita Bueno. Reuso de containers marítimos na construção civil. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, São Paulo, vol. 5, nº 3, ago. 2015.

H-MAX LOCAÇÃO. **Caminhão Munck**. Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <http://www.hmaxlocacao.com.br/caminhao-munck.php>. Acesso em: 11 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA (IBGE). Indicadores Sociais Municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010 / IBGE. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=254598>. Acesso em: 19 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA (IBGE). Divisão Territorial Brasileira - Ouro Preto. Rio de Janeiro: IBGE, 2016a. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=31572>. Acesso em: 10 mai. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA (IBGE). Divisão Territorial Brasileira - Mariana. Rio de Janeiro: IBGE, 2016b. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=31558>. Acesso em: 13 mai. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA (IBGE). IBGE Cidades: Pesquisas. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 13 mai. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 668**: Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings. Genebra: ISO, 2013.

KINSLER, Lawrence E.; Frey, AUSTIN R.; COPPENS, Alan B.; SANDERS, James V. **Fundamentals of Acoustics**. 4. ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1999.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. **Planilha Preço SETOP - Região Central**, 2020/09. Belo Horizonte, out. 2020. Disponível em: <http://www.infraestrutura.mg.gov.br/ajuda/page/2240-consulta-a-planilha-preco-setop-regiao-central>. Acesso em: 23 out. 2020.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Marinha do Brasil. **Navios da Marinha são capacitados para embarque de contêiner de tratamento de doenças infectocontagiosas, em Belém-PA.** Brasília, DF, 19 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/navios-da-marinha-sao-capacitados-para-embarque-de-conteiner-de-tratamento-de-doencas>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Programa Proinfância.** Brasília: MEC, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/proinfancia>>. Acesso em: 13 jul. 2021.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Resolução Nº 5.923, de 18 de janeiro de 2021. Altera o Anexo II da Resolução nº 5.867, de 14 de janeiro de 2020, em razão do disposto no § 2º do art. 5º da Lei nº 13.703, de 8 de agosto de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jan. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-5.923-de-18-de-janeiro-de-2021-299561209>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Estrutura Física das Unidades Básicas de Saúde.** Brasília: MS, 2006. Disponível em: <[http://bvms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_estrutura\\_ubs.pdf](http://bvms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_estrutura_ubs.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Política Nacional de Atenção Básica.** Brasília: MS, 2012. Disponível em < <http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/geral/pnab.pdf> >. Acesso em: 20 set 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. **Programa de Requalificação de Unidades Básicas de Saúde.** Brasília: MS, 2021. Disponível em <<https://aps.saude.gov.br/ape/requalificaUbs>>. Acesso em: 13 jul 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. **Programa Mais Médicos – Dois anos: Mais Saúde para os Brasileiros.** Brasília: MS, 2015. Disponível em: < [https://bvms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa\\_mais\\_medicos\\_dois\\_anos.pdf](https://bvms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_mais_medicos_dois_anos.pdf) >. Acesso em: 20 set 2021.

MONTIER, Natasha. Mamógrafo Móvel. **Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 28 dez. 2013. Disponível em: <[http://s2.glbimg.com/yCy1EyK2iHluCG72agpmVShwSbU=/300x225/s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2013/12/28/img\\_3475.jpg](http://s2.glbimg.com/yCy1EyK2iHluCG72agpmVShwSbU=/300x225/s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2013/12/28/img_3475.jpg)>. Acesso em: 28 mar. 2020.

NUNES, Matheus de Araújo; SILVA SOBRINHO JUNIOR, Antônio da. Utilização de contêineres na construção civil: estudos de caso. **Revista Campo do Saber.** Cabedelo, v. 3, n. 2, p. 129-151, jul./dez., 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **A Universal Truth: No Health Without A Workforce:** apresentado no 3º Fórum Global sobre os Recursos Humanos da Saúde, Recife, Brasil, em 11 de novembro de 2013. Disponível em: [https://www.who.int/workforcealliance/knowledge/resources/GHWA-a\\_universal\\_truth\\_report?ua=1](https://www.who.int/workforcealliance/knowledge/resources/GHWA-a_universal_truth_report?ua=1). Acesso em: 18 dez. 2020.

OXYCARE. **Mobile Hospitals**. Istanbul, 2020. Disponível em: <http://oxycare.com.tr/>. Acesso em: 11 nov. 2020.

PORTA KLEEN. **Products: Portable Showers**. Lancaster, 2020. Disponível em: <https://www.portakleen.com/products/portable-showers>. Acesso em 11 nov. 2020.

PRIMEX CONTAINERS. **Containers: Dry 20 pés', 40 pés e High Cube**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.primexcontainers.com.br/containers-dry.asp>. Acesso em: 01 dez. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. **Processo Licitatório 14646/2018**. Caraguatatuba: Comissão Permanente de Licitação 25 mai. 2018. Disponível em: <http://www.caraguatatuba.sp.gov.br/licitacoes/licitacao/1245>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. **Processo Licitatório 170/2020**. Contagem: Comissão Permanente de Licitação, 02 dez. 2020. Disponível em: <http://www.contagem.mg.gov.br/?se=licitacoes&licitacao=130546>>. Acesso em 23 fev. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAXUPÉ. **Processo Administrativo 039/2020**. Guaxupé, fev. 2020a. Disponível em: <http://www.guaxupe.mg.gov.br/Busca/ResultadoLic?termo=ubs>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAXUPÉ. **Processo Administrativo 131/2020**. Guaxupé, jun. 2020b. Disponível em: <http://www.guaxupe.mg.gov.br/Busca/ResultadoLic?termo=ubs>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRITO. **Lei nº 2460, de 14 de dezembro de 2005**. Disposição sobre o parcelamento, o uso e a ocupação do solo urbano na sede municipal, nos distritos e nas áreas urbanas especiais do município de Itabirito. Itabirito (MG): Câmara Municipal de Itabirito, 2005. Disponível em: <https://www.itabirito.mg.leg.br/legislacao/plano-diretor/revisao-2008>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRITO. **Processo Licitatório 051/2016**. Itabirito: Portal da Transparência, 2019. Disponível em: <http://transparencia.itabirito.mg.gov.br/Contrato/Detalhes?numContrato=00000001352017&dataAssinatura=04%2F19%2F2017%2000%3A00%3A00>>. Acesso em: 21 out. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARIANA. **Lei nº 143, de 04 de novembro de 2014**. Altera disposições da Lei Complementar Municipal 016/2004 – Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Mariana. Mariana (MG): Câmara Municipal de Mariana, 2014. Disponível em: [http://mariana.mg.gov.br/uploads/prefeitura\\_mariana\\_2018/arquivos/plano-diretor-1.pdf](http://mariana.mg.gov.br/uploads/prefeitura_mariana_2018/arquivos/plano-diretor-1.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARIANA. **Tomada de Preço 005/2019**. Mariana: Comissão Permanente de Licitação, 2019. Disponível em: <<http://www.mariana.mg.gov.br/exibir-licitacao/486>>. Acesso em: 21 out. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE POUSO ALEGRE. **Processo Administrativo 07/2020**. Pouso Alegre: Comissão Permanente de Licitação, fev. 2020. Disponível em: <https://www.pousoalegre.mg.gov.br/licitacao.asp?busca=sim>. Acesso em: 23 fev. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO. **Lei Complementar nº 29, de 28 de dezembro de 2006**. Estabelece o Plano Diretor do Município de Ouro Preto. Ouro Preto (MG), Câmara Municipal de Ouro Preto, 2006. Disponível em: <https://planodiretor.ouropreto.mg.gov.br/legislacao>. Acesso em: 12 jun. 2020.

REALREEFER. **Locação de Gensets: Gensets Clip On**. Santos, 2016. Disponível em: <http://realreefer.com.br/empresa/gensets-clip-on/>. Acesso em: 11 nov. 2020.

ROMCY, Neliza Maria e Silva. **Proposta de Tradução dos Princípios da Coordenação Modular em Parâmetros Aplicáveis ao Building Information Modeling**. 2012. 181 f. Dissertação - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2012.

ROMCY, Neliza Maria e Silva; CARDOSO, Daniel; BERTINI, Alexandre Araújo; PAES, André. Desenvolvimento de aplicativo em ambiente BIM, segundo princípios da Coordenação Modular. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 23-39, abr./jun. 2014.

ROSSO, T. **Teoria e prática da coordenação modular**. Universidade de São Paulo, Instituto de Engenharia, São Paulo, 1976.

SACHT, H.M.; ROSSIGNOLO, J.A.; SANTOS, W.N. Avaliação da condutividade térmica de concretos leves com argila expandida. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 31-39, 2010.

SANTOS, Joaquim; KOTHE, Kamila; MOHAMAD, Gihad; VAGHETTI, Marcos; RIZZATTI, Eduardo. Comportamento térmico de fechamentos em alvenaria estrutural para a Zona Bioclimática 2 brasileira. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 1030-1047, 2015.

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

SCHERER, Minéia Johann. **Estudo do isolamento sonoro de vidros de diferentes tipos e espessuras, em vitragem simples e dupla**. 2005. 96f. Dissertação – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Santa Maria, 2005.

SHIPPING PLANET. **Tipos de Contêineres: Características**. 2019. Disponível em: <https://shippingplanet.wordpress.com/>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SILVA, Filipe Manuel Fernandes. **Estudo de Materiais de Isolamento Térmico Inovadores**. 2013. 181 f. Dissertação - Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, 2013.

SILVA, Milene de Fátima Costa Gonzaga. **Edificações Construídas a Partir de Contêineres Marítimos – Estudos de Caso na Região Central de Minas Gerais**. 2018. 153 f. Dissertação - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Ouro Preto, 2018.

SOUZA, Valéria Morais Balduino de. **A Influência da Ocupação do Solo no Comportamento da Ventilação Natural e na Eficiência Energética em Edificações. Estudo de Caso em Goiânia – Clima Tropical de Altitude**. 2006. 240 f. Dissertação - Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília, 2006.

STAIB, Gerald. DÖRRHÖOFER, Andreas. ROSENTHAL, Markus. **Components and systems: Modular Construction – Design, Structure, New Technologies**. 1 ed. Basel: Birkhäuser Verlag AG, 2008.

TB TANQUES E BOMBAS. **Produtos: Tanques Aéreos Estacionários Novos com Bacia de Contenção Acoplada**. Mogi Guaçu, 2020. Disponível em: <https://tanquesebombas.com.br/produto/tanque-aereo-estacionario-horizontal-novo-com-bacia-de-contencao-500-litros/>. Acesso em 11 nov. 2020.

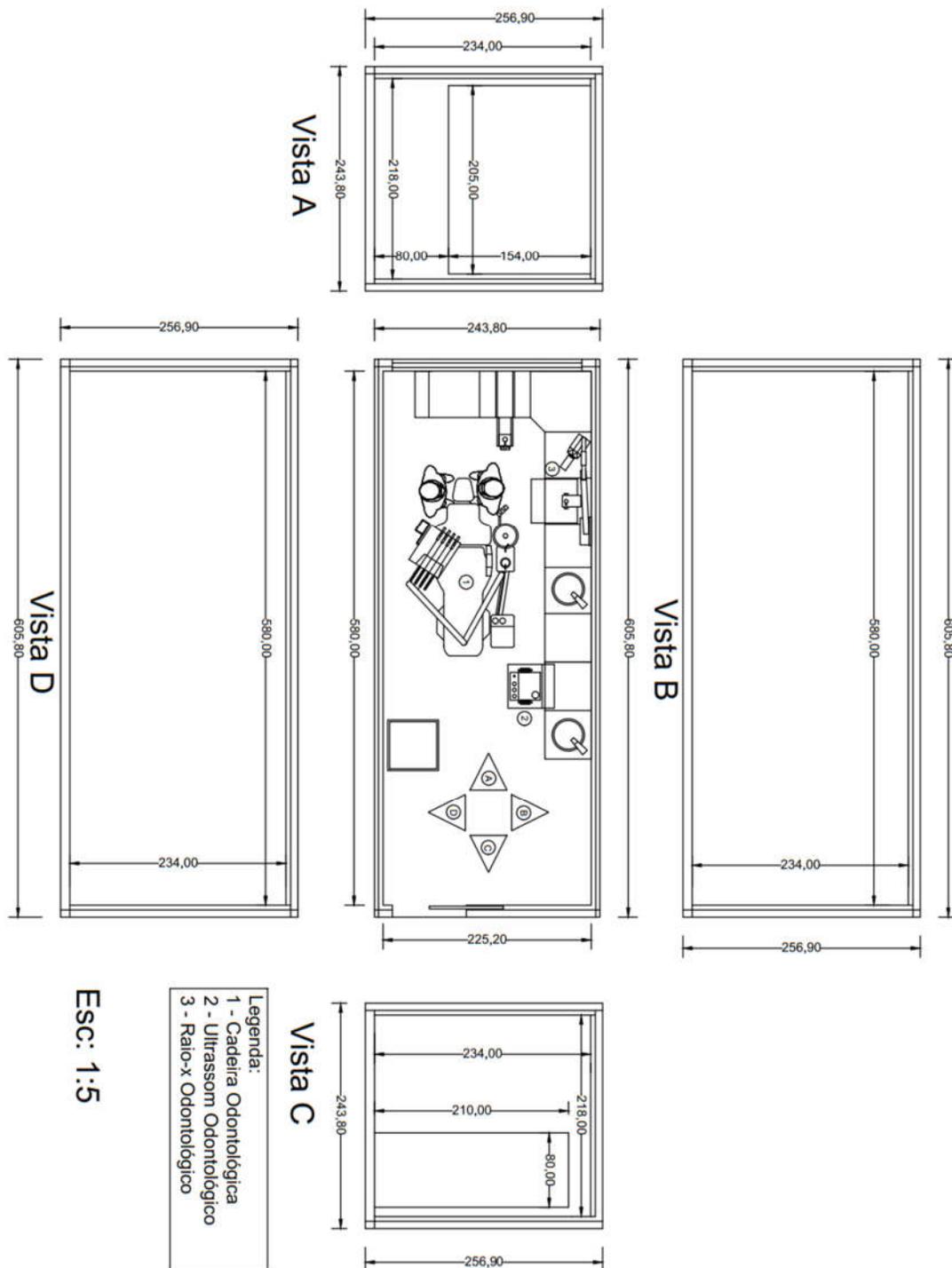
TEMPOHOUSING. **Projects: Keetwonen**. Amsterdã, 2019. Disponível em: <http://www.tempohousing.com/projects/keetwonen/>. Acesso em: 11 nov. 2020.

VENÂNCIO, Clarice. **Diretrizes para Utilização de Contêineres Marítimos em Edifícios de Andares Múltiplos na Construção Civil**. 2019. 111 f. Dissertação - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Ouro Preto, 2019.

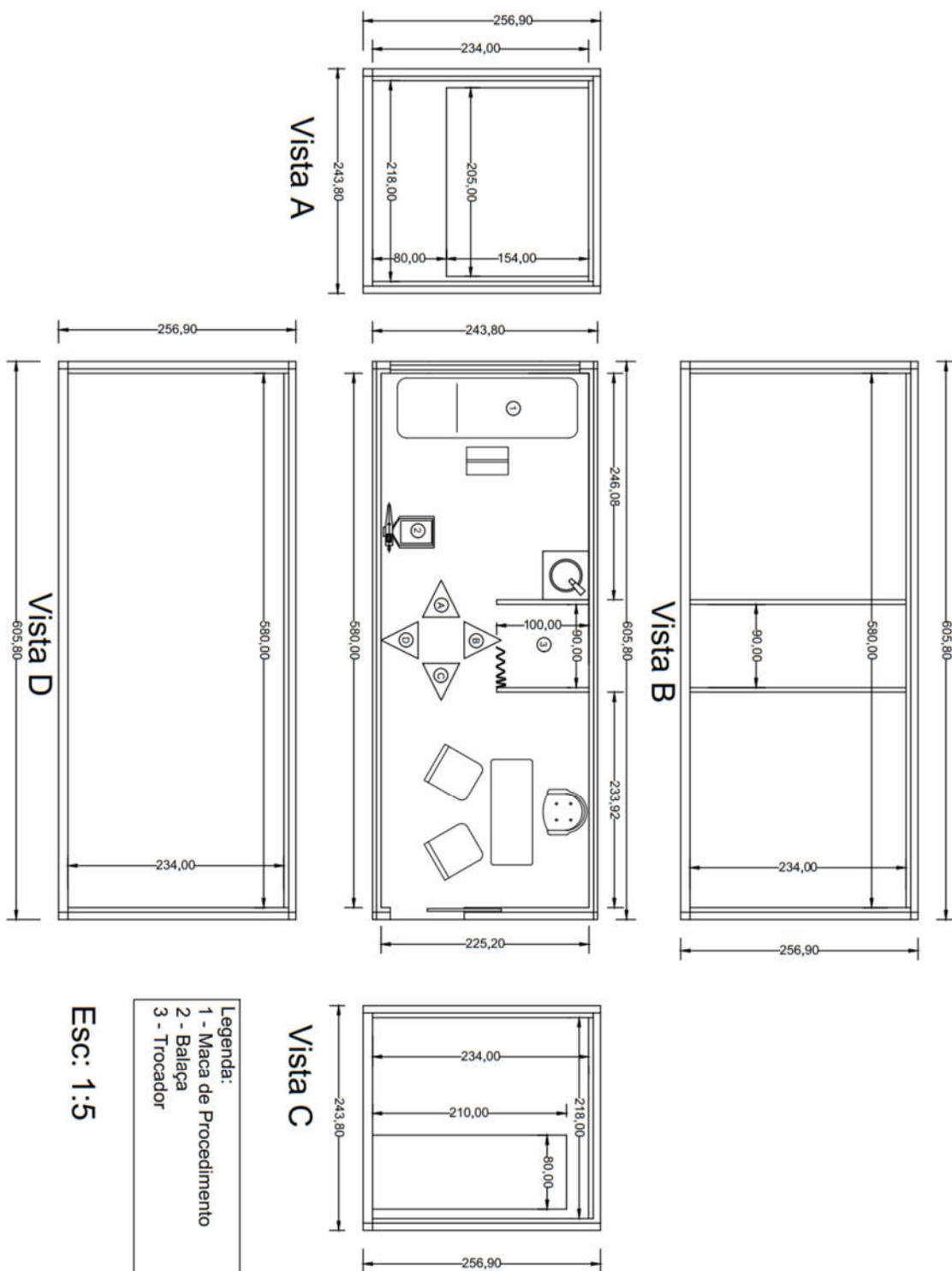
VIANA, Françoise Santana. **Análise de Desempenho Térmico em Módulo de Contêiner Marítimo**. 2018. 92 f. Dissertação - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Ouro Preto, 2018.

## APÊNDICES

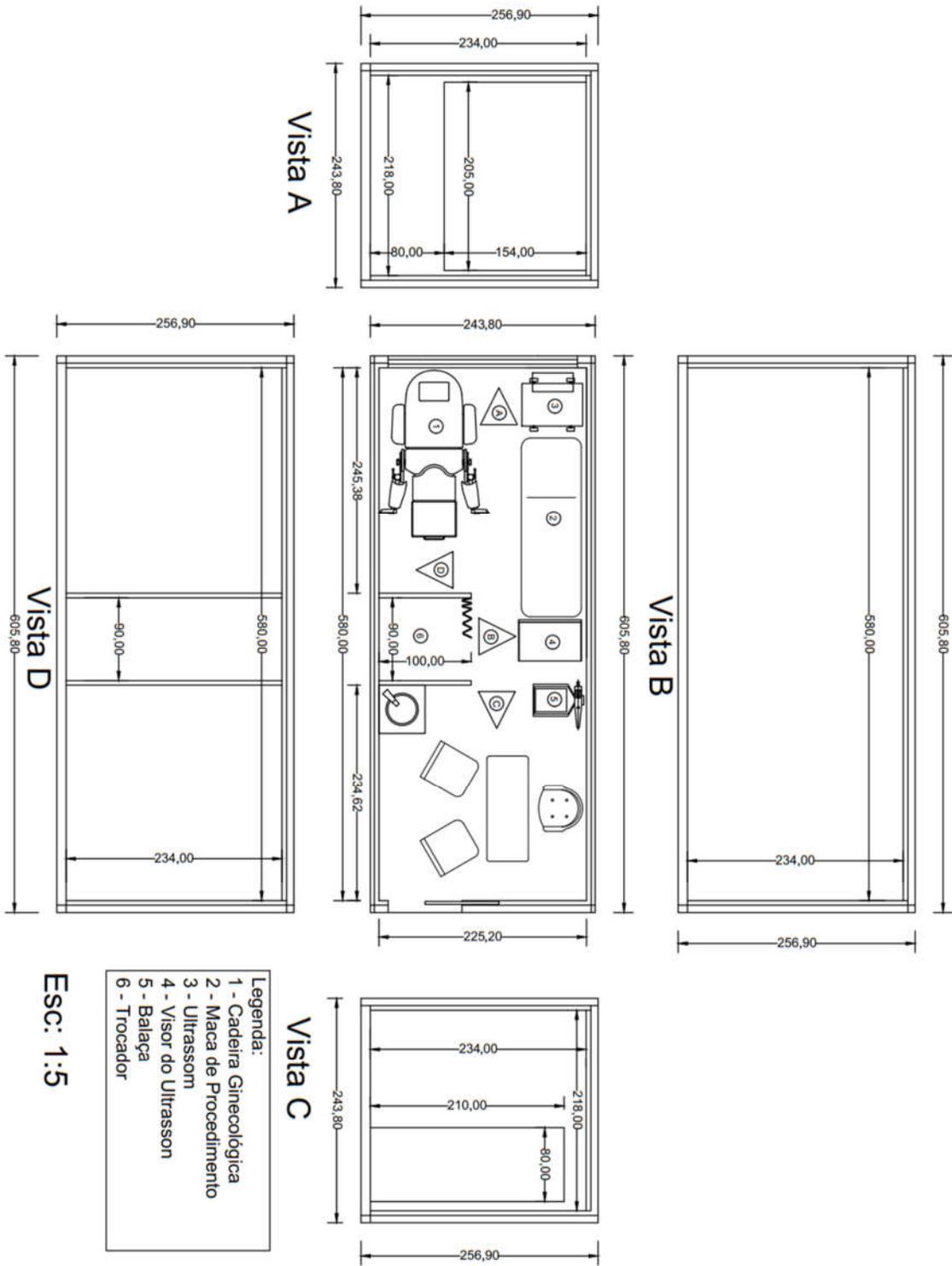
### Apêndice A – Projeto do módulo odontológico



## Apêndice B – Projeto do módulo clínica geral



Apêndice C – Projeto do módulo ginecológico



Apêndice D - Planilha de levantamento de quantitativos e referência de preços de mercado

Código	Item	Descrição do Item	Unidade	Valor Unitário	Odontológico		Clínico Geral		Ginecológico	
					Quantidade	Valor Total	Quantidade	Valor Total	Quantidade	Valor Total
	1	Estrutura	kg	R\$ 10,50						
ED-49666	1.2	Preparo da estrutura com corte e reforço com metalon 15x15	kg	R\$ 3.311,18	315,35	R\$ 3.311,18	315,35	R\$ 3.311,18	315,35	R\$ 3.311,18
		Total do Item 1								
	2	Fechamento								
96372	2.1	Aplicação de lix de rocha	m²	R\$ 17,46	42,90	R\$ 749,03	46,90	R\$ 818,87	46,90	R\$ 818,87
96359	2.2	Revestimento em placa de gesso (drywall)	m²	R\$ 76,69	42,90	R\$ 3.290,00	46,90	R\$ 3.596,76	46,90	R\$ 3.596,76
88483	2.3	Aplicação de selador latex	m²	R\$ 3,16	42,90	R\$ 135,56	46,90	R\$ 148,20	46,90	R\$ 148,20
88487	2.4	Aplicação de tinta latex duas demão	m²	R\$ 9,16	42,90	R\$ 392,96	46,90	R\$ 429,60	46,90	R\$ 429,60
100727	2.5	Pintura com tinta epoxídica de fundo pulverizada sobre perfil metálico	m²	R\$ 14,24	53,90	R\$ 767,54	53,90	R\$ 767,54	53,90	R\$ 767,54
100729	2.6	Pintura com tinta epoxídica pulverizada sobre perfil metálico	m²	R\$ 15,49	53,90	R\$ 834,91	53,90	R\$ 834,91	53,90	R\$ 834,91
		Total do Item 2								
	3	Esquadrias								
ED-1388	3.1	Porta	m²	R\$ 303,63	1,70	R\$ 516,17	1,70	R\$ 516,17	1,70	R\$ 516,17
ED-50858	3.2	Janela	m²	R\$ 405,62	3,20	R\$ 1.297,98	3,20	R\$ 1.297,98	3,20	R\$ 1.297,98
		Total do Item 3								
	4	Impermeabilização								
98553	4.1	Impermeabilização com manta	m²	R\$ 80,19	14,80	R\$ 1.186,81	14,80	R\$ 1.186,81	14,80	R\$ 1.186,81
		Total do Item 4								
	5	Piso								
101727	5.1	Instalação de piso vinílico	m²	R\$ 118,08	14,80	R\$ 1.747,58	14,80	R\$ 1.747,58	14,80	R\$ 1.747,58
101742	5.2	Instalação de rodapé vinílico e = 7 cm	m	R\$ 40,21	16,10	R\$ 647,38	19,70	R\$ 792,14	19,70	R\$ 792,14
		Total do Item 5								
	6	Hidrossanitário								
ED-50224	6.1	Instalação de ponto de esgoto DN = 50 mm	U	R\$ 66,45	3,00	R\$ 199,35	1,00	R\$ 66,45	1,00	R\$ 66,45
ED-50221	6.2	Instalação de ponto de água fria DN = 3/4"	U	R\$ 89,31	3,00	R\$ 267,93	1,00	R\$ 89,31	1,00	R\$ 89,31
ED-49934	6.3	Instalação de caixa d'água 250 litros	U	R\$ 386,21	1,00	R\$ 386,21	1,00	R\$ 386,21	1,00	R\$ 386,21
ED-50281	6.4	Instalação de lavatório	U	R\$ 262,36	2,00	R\$ 524,72	1,00	R\$ 262,36	1,00	R\$ 262,36
		Total do Item 6								
	7	Instalação Elétrica								
93128	7.1	Ponto de iluminação com interruptor simples	U	R\$ 120,72	2,00	R\$ 241,44	3,00	R\$ 362,16	3,00	R\$ 362,16
93142	7.2	Ponto de tomada padrão dupla	U	R\$ 165,28	6,00	R\$ 991,68	3,00	R\$ 498,84	3,00	R\$ 498,84
93144	7.3	Ponto de tomada padrão simples 20A, para equipamentos	U	R\$ 205,61	3,00	R\$ 616,83	1,00	R\$ 205,61	3,00	R\$ 616,83
97591	7.4	Instalação de plafon simples com lâmpada de LED	U	R\$ 91,86	2,00	R\$ 183,72	3,00	R\$ 275,58	3,00	R\$ 275,58
ED-49499	7.5	Instalação de QGBT 12 módulos com barramento	U	R\$ 166,02	1,00	R\$ 166,02	1,00	R\$ 166,02	1,00	R\$ 166,02
ED-49276	7.6	Instalação de disjuntor bipolar de 40A 5KA	U	R\$ 42,33	1,00	R\$ 42,33	1,00	R\$ 42,33	1,00	R\$ 42,33
ED-49274	7.7	Instalação de disjuntor bipolar de 32A 5KA	U	R\$ 42,33	1,00	R\$ 42,33	1,00	R\$ 42,33	1,00	R\$ 42,33
ED-49232	7.8	Instalação de disjuntor monopolar de 16A 5KA	U	R\$ 18,14	2,00	R\$ 36,28	2,00	R\$ 36,28	2,00	R\$ 36,28
ED-49230	7.9	Instalação de disjuntor monopolar de 25A 5KA	U	R\$ 18,14	1,00	R\$ 18,14	1,00	R\$ 18,14	1,00	R\$ 18,14
ED-15116	7.10	Instalação de dispositivo interruptor diferencial residual bipolar de 63A	U	R\$ 125,80	1,00	R\$ 125,80	1,00	R\$ 125,80	1,00	R\$ 125,80
		Total do Item 7								
	8	Complementos								
ED-50221	8.1	Instalação de ponto de passagem para ar condicionado DN = 3/4"	U	R\$ 89,31	2,00	R\$ 178,62	2,00	R\$ 178,62	2,00	R\$ 178,62
ED-50221	8.2	Instalação de ponto de passagem para ar condicionado DN = 3/4"	U	R\$ 89,31	1,00	R\$ 89,31	0,00	R\$ -	0,00	R\$ -

## Apêndice E – Cotação contêiner Belo Horizonte (MG)

Confins, 25 de fevereiro de 2021

**THOMÁS MIRANDA**

A/C: Thomas Miranda

Tel:

E-mail:

**CONTAINERS MARÍTIMOS**

Dimensões: 6,00 x 2,45 x 2,60 m

Peso: 2.200 kg

Porta dupla: 2,28 x 2,27 m

Sistema de travamento seguro: 4 pontos

Capacidade de carga máxima: 21.000 kg

Cubagem: 33 m<sup>3</sup>

**MGA 000 MARITIMO ALMOXARIFADO - S504**

Vão livre



**MGA 000 (40') MARITIMO ALMOXARIFADO 40' - S508**

Dimensões: 12,00 x 2,45 x 2,60 m

Peso: 3.600 kg

Porta dupla: 2,28 x 2,27 m

Capacidade de carga máxima: 27.000 kg

Cubagem: 67 m<sup>3</sup>



Itens	Descrição	Quantidade	Valor Unit.
01	MGA-000 ALMOXARIFADO MARÍTIMO 20 PÉS	01	A partir de R\$13.000,00
02	MGA-000 ALMOXARIFADO MARÍTIMO 40 PÉS	01	A partir de R\$16.000,00
03	MGA-000 ALMOXARIFADO MARÍTIMO 40 PÉS HC	01	A partir de R\$18.000,00

## Apêndice F – Cotação contêiner Campinas (SP)

## Proposta Comercial de Venda Nº. 000383

**CLIENTE:** [REDACTED]

**CONTATO:** THOMAS

**DATA:** 24/02/2021

**E-MAIL:** [REDACTED]

**TELEFONE:** [REDACTED]

Prezado (a) THOMAS,

Conforme solicitado, apresentamos a seguir a nossa proposta para venda dos equipamentos discriminados abaixo:

VALORES DE VENDA			
QTD.	DESCRIÇÃO EQUIPAMENTO	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1,00	<b>ALMOXARIFADO 12M USADO COM NF E LAUDO DE HABITABILIDADE</b> Container Marítimo 40' (Vão Livre) Dimensões: 12,00m x 2,44m	R\$ 19.500,00	R\$ 19.500,00
1,00	<b>ALMOXARIFADO HC 12M USADO COM NF E LAUDO DE HABITABILIDADE</b> Container Marítimo 40' (Vão Livre) Dimensões: 12,00m x 2,44m	R\$ 25.350,00	R\$ 25.350,00
1,00	<b>ALMOXARIFADO 6M USADO COM NF E LAUDO DE HABITABILIDADE</b> Container Marítimo Dry Standard 20'(2 portas originais para carga e descarga, sem porta social, sem janela, sem revestimento e sem iluminação) Medidas externas: 06,00m comp x 2,44m larg x 2,60m alt	R\$ 14.500,00	R\$ 14.500,00
<b>VALOR UNIT. MOBILIZAÇÃO</b>		<b>VALOR UNIT. MONTAGEM</b>	
R\$ 8.750,00		R\$ 0,00	

**LOCAL DE INSTALAÇÃO:** OURO PRETO / MG

**TRANSPORTE A SER EFETUADO POR:** Carreta - Descarga do container por conta do cliente

### OBSERVAÇÕES:

- Está incluso nessa proposta: higienização e pintura externa dos containers, além de outras modificações mencionadas na descrição dos equipamentos em caso de containers transformados; laudo de habitabilidade dos containers e o transporte até o local indicado pelo COMPRADOR. Após 48h dessa data, caso haja necessidade de manutenção no local, serão cobrados do cliente: R\$ 80,00 por hora de visita mais R\$ 1,80 por quilômetro rodado, pedágios - se houver, e o valor das peças, em caso de necessidade de reposição.
- No valor da mobilização dos containers está sendo considerado o tempo de 60 minutos para execução do serviço de descarregamento por container, a contar a partir da hora de chegada na obra. Caso ultrapasse esse tempo, devido a alguma interferência que atrase a descarga - que não seja por culpa da TAM MIRANDA, será cobrado o valor de R\$ 200,00 por hora de espera de cada caminhão.

### DEMAIS CONDIÇÕES:

- **PRAZO DE ENTREGA:** 10 dia(s)
- **PAGAMENTO:** A Vista (Negociável após análise cadastral)
- **IMPOSTOS:** INCLUSOS
- **VALIDADE DA PROPOSTA:** 7 DIAS

Atenciosamente,

[REDACTED]

## Apêndice G – Cotação contêiner Lençóis Paulista (SP)

24/03/2021

Thomas M. Guzella Oliveira

1 mensagem

25 de fevereiro de 2021 13:17

Para:

Boa tarde, Thomas.  
Segue valores das unidades solicitadas.

20DC - R\$ 8.200

40DC - R\$ 10.300

40HC - R\$ 12.500

Unidades devem ser retiradas em Lençóis Paulista.

Atenciosamente,

## Apêndice H – Cotação contêiner Vila Velha (ES)

