



**AMANDA FERNANDES DE MELO  
CLEITON LEONARDO DE CARVALHO**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DE CONTAINERS  
PARA HABITAÇÕES DE USO SOCIAL**

**LAVRAS - MG**

**2023**

**AMANDA FERNANDES DE MELO  
CLEITON LEONARDO DE CARVALHO**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DE CONTAINERS  
PARA HABITAÇÕES DE USO SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia Civil,  
para a obtenção do título de Bacharel.

**Profa. Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro**

**Orientadora**

**Prof. Dr. Ígor José Mendes Lemes**

**Coorientador**

**LAVRAS - MG**

**2023**

**AMANDA FERNANDES DE MELO  
CLEITON LEONARDO DE CARVALHO**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DE CONTAINERS PARA HABITAÇÕES DE  
USO SOCIAL**

**ANALYSIS OF THE VIABILITY OF THE USE OF CONTAINERS FOR SOCIAL  
USE HABITATIONS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia Civil,  
para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 09 de março de 2023.

Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro - UFLA

Dr. Ígor José Mendes Lemes - UFLA

Dra. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa - UFLA

Profa. Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro

Orientadora

Prof. Dr. Ígor José Mendes Lemes

Coorientador

**LAVRAS - MG**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo gostaríamos de agradecer a Deus, nosso único e suficiente salvador, por toda a força e incontáveis milagres concedidos a nós ao longo de toda essa jornada. Que toda honra e glória seja dada à Ele, Deus de todo o universo, que fez os céus e a terra! Porque dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas.

Aos nossos pais, que se doaram por inteiro e renunciaram dos próprios sonhos para que pudéssemos viver os nossos. Aos nossos amigos, em especial Mariane, Laura e Kaylor, por terem compartilhado essa árdua e gratificante jornada conosco, tornando-a mais leve e divertida. Não imaginamos como teria sido sem eles. Agradecemos também aos mestres que compartilharam seus conhecimentos conosco, em especial a nossa orientadora Priscilla e ao nosso co-orientador Igor por todo o apoio, auxílio e atenção. Somos gratos a todos que, de alguma forma, contribuíram para que chegássemos até aqui. Que o Senhor Jesus continue abençoando e guiando nossos passos ao longo de toda nossa vida.

*“Entregue teu caminho ao Senhor,  
confia Nele, e o mais Ele fará.”*

Salmos 37:5

## **RESUMO**

A construção civil é uma área que está em constante evolução e, de maneira frequente, são desenvolvidas técnicas a fim de implementar novos métodos construtivos sustentáveis e otimizados. Com base nisso, o uso de containers é um método alternativo para a diminuição dos impactos ambientais gerados pelo descarte de materiais utilizados na construção civil. A construção com container, além de ser mais sustentável, também diminui consideravelmente o tempo total de execução da obra quando comparado ao método tradicionalmente usado em nosso país, o concreto armado e a alvenaria em blocos cerâmicos. Este trabalho analisou a viabilidade do uso de containers para habitações de uso social unifamiliar. O estudo pode confirmar a viabilidade da utilização de containers para habitações, onde obteve resultados satisfatórios quanto ao conforto térmico e acústico, assim como uma considerável redução de custo comparado ao método de concreto armado e alvenaria convencional para o projeto em questão, podendo ser aplicado para construções de casas populares. A casa container é capaz de oferecer segurança, conforto e qualidade para seus usuários, além de poder ser uma alternativa considerável para o problema de déficit habitacional do país.

Palavras-chave: Método Construtivo. Construção Modular. Sustentabilidade. Reutilização.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Déficit habitacional no Brasil .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Sustentabilidade.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Método construtivo convencional .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Construção modular .....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 Containers .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.1 Características .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5.2 Utilização de containers na construção civil .....</b>	<b>23</b>
<b>2.5.3 Normas técnicas referentes ao tema.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.4 Processo construtivo com containers .....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.5 Projeto e Regularização .....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.6 Aquisição e transporte do container .....</b>	<b>30</b>
<b>2.5.7 Fundação .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5.8 Cortes, Montagem e Esquadrias .....</b>	<b>33</b>
<b>2.5.9 Instalações .....</b>	<b>34</b>
<b>2.5.10 Isolamento termoacústico .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.11 Revestimento/forro/piso .....</b>	<b>37</b>
<b>2.5.12 Pintura .....</b>	<b>39</b>
<b>2.5.13 Cobertura .....</b>	<b>40</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Determinação das características do terreno.....</b>	<b>41</b>

**4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....43**

**4.1 Concepção do projeto arquitetônico .....43**

**4.2 Projeto Renderizado.....53**

**4.3 Orçamento.....55**

**5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....57**

**REFERÊNCIAS .....59**

**APÊNDICE A.....64**



## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil possui a necessidade de refletir sobre os métodos construtivos existentes a fim de propor soluções que satisfazem as necessidades humanas diante dos desafios exigidos pela utilização de recursos naturais. De acordo com Motta (2015), a procura por materiais e técnicas construtivas que tendem a reduzir o impacto ambiental evidencia que a sustentabilidade vem se tornando um conceito cada vez mais em alta no ramo e, com isso, aumentando a procura por iniciativas para promover a redução do consumo de recursos naturais não renováveis.

A construção civil é responsável por impacto ambiental que está diretamente relacionado com a extensa cadeia produtiva do setor, sendo esta desde a extração da matéria prima até a destinação final dos resíduos gerados após a demolição. Segundo Amorin et al.(1999 apud OLIVEIRA; SOUZA, 2021), estes resíduos cujo volume e tamanho são consideráveis necessitam de medidas urgentes já que há maior escassez das áreas de depósito dos resíduos devido ao crescimento dos grandes centros urbanos.

A fim de tentar minimizar o problema em pauta, surgiu a proposta da utilização de containers como método construtivo, visto que há um significativo número de containers marítimos utilizados e descartados nas áreas portuárias por terem curta vida útil para o transporte de cargas marítimas. Carvalho (2009 apud OLIVEIRA; SOUZA, 2021) citou que, há 10 anos, os portos brasileiros acumulavam aproximadamente 5 mil containers abandonados.

O container pode ser definido como uma caixa de aço corten destinada ao armazenamento de mercadorias para serem transportadas, seja por meio ferroviário, rodoviário, marítimo ou aéreo. “O container, composto de metais não biodegradáveis, tem vida útil de aproximadamente 10 anos, após este período é descartado, gerando lixo nas cidades portuárias” (OCCHI, 2016, p.17).

As vantagens da reutilização de containers na construção civil tem sido apurado com o intuito de atribuir novamente utilidade a estes uma vez descartados, como também agilizar e dar praticidade no processo construtivo, dada as características modulares e autoportantes destes.

Com o aumento da população e a necessidade de moradia para estas, a discussão sobre a utilização de containers como habitação de uso social vem sendo cada vez mais aclamada. O

método tradicional e popularmente conhecido no nosso país, o concreto armado com alvenaria convencional, acaba tendo elevado custo de construção e gerando resíduos não-renováveis ao meio ambiente.

O presente trabalho tem cunho exploratório, no qual buscou-se analisar e identificar os aspectos positivos e negativos da reutilização de containers marítimos como uma solução sustentável e econômica frente ao método tradicionalmente utilizado em nosso país, levando em consideração elementos técnicos, funcionais e econômicos.

## **1.1 Justificativa**

Atualmente, o debate sobre a aplicação da sustentabilidade no setor da construção civil é um assunto em discussão em razão da volumosa quantidade de resíduos e entulhos gerados pela indústria e assim causando degradação ao meio ambiente e se tornando então um problema para as empreiteiras.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é verificar a viabilidade da construção com containers frente a habitações de concreto armado e alvenaria tradicional, desenvolvendo um projeto arquitetônico para fim habitacional.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

O presente trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

- a) estudar as características dos containers e as adaptações necessárias para serem utilizados como moradias;
- b) apresentar o processo construtivo de habitações com containers;
- c) desenvolver o projeto de uma habitação unifamiliar de interesse social para ser executada com a utilização de containers;
- d) comparar a construção modular com o método construtivo tradicional (concreto armado e alvenaria);
- e) identificar as vantagens e desafios da construção com containers.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Para verificar a viabilidade do uso de containers como habitação é necessário entender, primeiramente, as problemáticas envolvendo o cenário de déficit habitacional no Brasil e as questões sobre sustentabilidade. Partindo disso, é de suma importância conhecer suas características e aplicações. Devido a este método construtivo ser recente e não muito difundido no país, é imprescindível o estudo das adaptações e etapas necessárias para a sua execução, e o conhecimento das normas técnicas pertinentes.

### **2.1 Déficit habitacional no Brasil**

De acordo com estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), a população do planeta poderá atingir a marca de 9 bilhões de habitantes em 2050, o que representa uma taxa de crescimento de 0,33% ao ano (NATALINO e FLORIAN, 2022). No Brasil o cenário não é diferente, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), a taxa de crescimento da população brasileira em 2022 é de 0,91% em relação ao ano de 2021, o que reflete também no crescimento intensificado pela busca de moradia, causando uma crise de habitação social.

Na concepção de Abiko (1995 apud OLIVEIRA; SOUZA, 2021), habitação social (ou de interesse social) é uma moradia destinada à população de baixa renda, com baixo custo de execução e projetada com o objetivo de diminuir o déficit de moradia atendendo as condições de habitabilidade.

No Brasil, as crises habitacionais iniciaram com o crescimento desalinhado entre a população e a carência estrutural de serviços públicos/ferramentas coletivas capazes de suprir a crescente demanda (BONDUKI, 1998). “Déficit Habitacional” é um conceito referente à falta de habitações e/ou existência de habitações em condições inadequadas. O conceito engloba às moradias com pouca ou nenhuma condição de habitabilidade, famílias coabitando uma mesma unidade residencial, edificações que são implantadas em local inabitável e domicílios com ônus excessivo de aluguel urbano (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2022). Através do gráfico exposto na Figura 1, observa-se como as habitações precárias e o ônus excessivo têm aumentado sua participação no déficit habitacional no período de 2016-2019.

Figura 1 - Participação dos componentes no déficit habitacional – Brasil – 2016-2019.



Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP) com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2018.

No Brasil, conforme os dados publicados pela Fundação João Pinheiro (2018), a falta disponibilidade de moradias populares equivalia a 6,355 milhões de domicílios no ano de 2015, cujo 39% eram referentes à região Sudeste, isto é, 2,482 milhões. É exposto na Tabela 1 os dados referentes ao déficit habitacional em cada região do País.

Tabela 1 - Déficit Habitacional por situação do domicílio, segundo regiões geográficas do Brasil (2015).

Especificação	Total	Urbana	Rural
Norte	645.538	504.967	140.570
Nordeste	1.971.855	1.442.690	529.165
Sudeste	2.482.855	2.435.307	47.548
Sul	734.114	684.501	49.613
Centro-Oeste	521.381	505.235	16.145

Fonte: Adaptado de Fundação João Pinheiro (FJP), com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Deste modo, nota-se que a possível solução para as questões de déficit habitacional possui caráter quantitativo e qualitativo de maneira conjunta, ou seja, apenas a construção e/ou produção de novas unidades habitacionais não é suficiente para suprir o problema. Há também a necessidade de adequar estas de acordo com a estrutura familiar a que se destinam e engloba-las ao espaço urbano, contribuindo para a formação de uma sociedade onde se busca

minimizar a desigualdade social e a melhorar a distribuição do capital (OLIVEIRA e SOUZA, 2021).

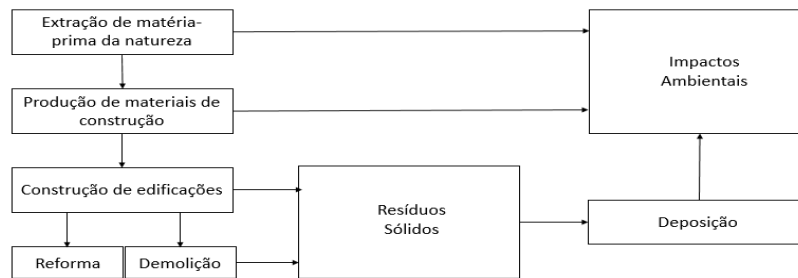
## **2.2 Sustentabilidade**

A escassez dos recursos naturais é uma decorrência do desenvolvimento e do avanço das intervenções humanas que desenvolveram uma indústria e comércio desenfreados, sem se preocupar com o meio ambiente ou com a limitação dos recursos. O setor da construção civil é diretamente responsável pelo grande consumo destes recursos naturais e, conseqüentemente, pela geração de resíduos ao meio ambiente, o que evidencia a importância do desenvolvimento sustentável da indústria a fim de minimizar os danos causados por esta (LEMOS, 2014).

O setor da construção civil é a indústria mais poluente do planeta sendo que, de acordo com Agopyan (2013), cerca de 40% a 75% da matéria prima produzida no planeta é designada para o setor. O autor ainda estima que o consumo de cimento, por exemplo, possui uma taxa maior que a alimentícia, ficando atrás somente do consumo de água. O entulho gerado por este gira em torno de 3,5 milhões de toneladas por ano, equivalente a 500 quilos de entulho por ser humano.

A cadeia da construção civil é extensa e engloba subsectores que se relacionam e apresentam diferentes dinâmicas de mercado. O impacto desta indústria ao meio ambiente não é somente através da extração da matéria-prima, mas a todas as etapas que englobam a construção, desde a extração até o entulho gerado (GASQUES *et al*, 2014). Um esquema geral da cadeia produtiva do setor que é dividida em produção de materiais e construção de edificações é exposto na Figura 2.

Figura 2 - Cadeia resumida da construção civil.



Fonte: Adaptado de Gasques *et al*, 2014.

Na etapa de extração de minerais ou de matéria-prima é causado um impacto negativo considerável ao meio ambiente. Além do desmatamento e da erosão do solo, o setor minerário é um dos maiores consumidores de energia, colaborando com o aumento da poluição do ar e aquecimento global (SCHNEIDER, 2003 apud GASQUES *et al*, 2014). A fase de produção dos materiais de construção também gera consequências negativas ao meio ambiente. A indústria cimentícia, por exemplo, é responsável por produzir mais de 6% do valor total de CO<sub>2</sub> gerado no Brasil. Na etapa de execução das obras também não é diferente. Os impactos ambientais vão de perda de materiais até as interferências aos arredores da construção e nos meios biótico, físico e antrópico do local da obra (CARDOSO; ARAÚJO, 2004). De acordo com a Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos - SEPLAN (SEPLAN, 2007), é nesta etapa que o ar é acometido pelas partículas em suspensão, pelos ruídos e gases que são exalados pelos automóveis e equipamentos.

Os resíduos produzidos pela construção civil são um complexo problema para o meio ambiente visto que os materiais utilizados ao longo do seu ciclo geram sobras e, no término de sua vida útil, tornam-se lixo ou resíduo pós-uso. De acordo com Agopyan (2011 apud GUEDES; BUORO, 2015), a massa residual destes materiais podem se tornar de 2 a 5 vezes maiores do que a massa de produtos consumidos e é estimado que  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  dos materiais encontrados na natureza retornam como resíduos em um período de um ano. Uma das maneiras de evitar e/ou minimizar os descartes seria a reutilização de materiais construtivos ou utilização de materiais de cunho reciclável.

O desenvolvimento sustentável apresenta a proposta do uso racional dos bens de consumo de maneira menos agressiva possível ao meio ambiente, o que requer comprometimento das indústrias no desenvolvimento constante de alternativas para produção. Para que isso aconteça, é necessária a conscientização sobre o atual sistema produtivo e da degradação da natureza que ocorre através dele (LEMOS, 2014).

Assim, conforme Reis *et al.* (2012), um sistema que seja baseado no respeito à vida por meio do uso consciente dos recursos naturais, da reciclagem e da sua justa distribuição é a base para que ocorra o almejado equilíbrio entre o ser humano e a natureza.

Neste contexto, como sugerido anteriormente por Agopyan (2011 apud GUEDES; BUORO, 2015), a reutilização de produtos que, inicialmente, já cumpriram o papel para o qual foram fabricados, é capaz de minimizar os citados impactos humanos no ambiente natural. Tornando-se matéria-prima em seu próprio sistema produtivo, ou seja, para a reutilização em outras áreas para as quais não foram projetados, a reciclagem evita o desperdício de recursos inicialmente despendidos para a fabricação dos materiais.

Tendo em vista uma grande concentração de containers marítimos em desuso que, apesar da possível reutilização, são descartados por excederem seu tempo de uso ou até pela inviabilidade econômica para mandá-los de volta ao local de origem, a sua utilização no setor da construção civil vem crescendo de maneira gradativa (CASTELNOU; LEONE, 2015).

De acordo com a *Green Container International Aid* (2012), existem aproximadamente 20 milhões de containers em circulação, porém, mais de 1 milhão estão abandonados nos portos, principalmente dos EUA, Norte Europeu e China, criando grandes depósitos para armazenamento do acúmulo destes (CARBONARI, 2013 apud MUSSNICH, 2015).

O Brasil possui a mesma problemática mundial a respeito do descarte dos seus containers, o que torna esse material mais um resíduo sem utilidade social produtiva e a necessidade de uma área para depósito. Essa área acaba fazendo parte da infraestrutura de vários portos brasileiros, afetando não somente a área de utilização dos portos, mas também o meio ambiente, que sofre com o longo tempo de degradação do metal do qual o container é feito (CARBONARI, 2013 apud MUSSNICH, 2015).

Com isso, a fim de amenizar os problemas causados pelo descarte indevido dos containers, aparecem novas maneiras de reutilização desse material, sendo uma delas o uso arquitetônico e então inovando o setor construtivo. Por conter importantes aspectos para uso na construção civil e promover a reutilização de um material que já exerceu com a sua finalidade inicial de transporte de cargas, o seu reuso no setor da construção sugere valores socialmente corretos e se introduz em uma visão de atenção e cuidado com o meio ambiente (LOPES; LOIOLA; SAMPAIO, 2016).

### 2.3 Método construtivo convencional

No Brasil, o método construtivo popularmente utilizado é a alvenaria, especialmente em edificações de uso familiar. Interpreta-se como alvenaria “o conjunto de paredes, muros e obras similares, composto de pedras naturais, blocos ou tijolos artificiais, ligados por argamassa ou não” (YAZIGI, 2013). Uma das principais razões por este ter se disseminado e ganhado popularidade no país são as diversas empresas de cimento e olaria existentes que, por terem acesso a madeiras em abundância para executar a queima, oferecem tijolos a um baixo custo (BELATO e BEDIN, 2018).

Como sistema estrutural, o método de maior predominância no Brasil é a utilização de estruturas de concreto armado com vedação vertical em blocos cerâmicos, que constam na combinação de pilares, vigas e lajes. Com esta concepção, para Belato e Bedin (2018), as paredes constituídas de blocos cerâmicos possuem exclusivamente a função de vedação e separação de ambientes, sem função estrutural, já que as cargas aplicadas na edificação são absorvidas pelos pilares, lajes e vigas.

Na visão de Bastos (2015), a grande vantagem deste método é o custo e a sua fácil acessibilidade, já que é possível encontrar os materiais necessários para o processo de construção em quase todas as regiões do país com um custo baixo em relação aos demais métodos. Outros pontos a favor são a fácil adaptabilidade do concreto quanto a sua forma no seu estado fresco, a resistência ao fogo, choques e vibrações, a sua fácil conservação e impermeabilidade, desde que bem executado.

Porém, apesar de possuir vantagens, algo que vale ressaltar é que, em edificações de alvenaria convencional há uma geração significativa de entulho, principalmente em etapas de instalações elétricas, hidrossanitárias e acabamento, que quando comparado a outros sistemas de construção industrializados, como a utilização de containers, produzem drasticamente menos entulhos, já que esses passos são realizados na etapa de montagem da estrutura (MELO *et al*, 2022).

Ainda, Santiago, Rodrigues e Oliveira (2010) pontuaram que o sistema convencional de alvenaria de construção possui um ritmo lento de execução e a necessidade de uma maior quantidade de mão de obra. A falta de padronização de execução do trabalho, complexidade do controle de qualidade dos serviços prestados e em sua fiscalização, também são pontos negativos a este sistema construtivo.



Ramalho (2003 apud CASSAR, 2018) definiu também que, no Brasil, o método de alvenaria se tornou tradicional por ter sido enraizado na cultura habitacional do país, e assim se tornando o mais utilizado para a construção de casas e edifícios. Para ele, apesar do método fazer a utilização de materiais simples, como o cimento e aço, acaba sendo oneroso nas despesas com a mão de obra e dispõe de uma baixa produtividade.

## 2.4 Construção modular

O conceito da utilização de grandezas modulares para a regularização de projetos de edificações é de longa data (LE CORBUSIER, 1954 apud GOSLING *et al.*, 2016). Bastos (2015) retratou o histórico da construção modular proveniente do desejo humano por proporções e por ordenação já na antiguidade, como por exemplo proporções entre diâmetro e altura das colunas na civilização grega, e o uso de relações modulares entre pirâmides e seus blocos de pedras na civilização egípcia.

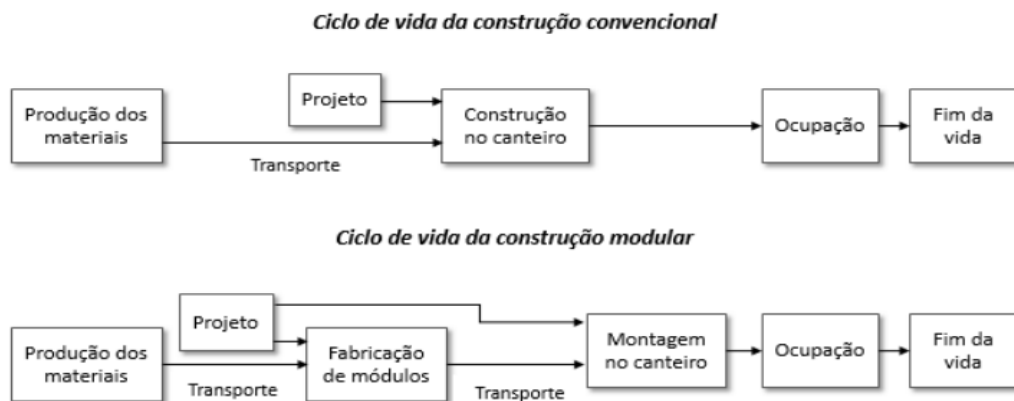
No Brasil, a ABNT NBR 15873:2010 - Coordenação Modular Para Edificações, tem como finalidade o direcionamento para construção modular e sua multiplicidade. Seu principal objetivo é a promoção da compatibilidade dimensional entre elementos e componentes construtivos, proporcionando a racionalização de processos e a definição de princípios da coordenação modular para edificações.

Na concepção de Kamali e Hewage (2016), a construção modular é uma das maneiras de construção *offsite* mais efetivas. Esse método construtivo possibilita a projeção e a fabricação de diferentes partes de uma edificação fora do canteiro de obras, em um ambiente industrial e a partir de um ou mais módulos, que subsequentemente serão montados para a geração do produto final.

As edificações modulares são uma composição de módulos desenvolvidos *offsite*, ou seja, fora do canteiro de obras, e entregues já montados e posicionados nas fundações permanentes. Somente de 10 a 15% do serviço é executado dentro do canteiro de obras, incluindo as fundações e conexões a outros módulos (KAMALI e HEWAGE, 2016; O'BRIAN *et al.*, 2000).

Kamali *et al.* (2019) realizaram uma comparação entre o ciclo de vida da construção modular com o ciclo das construções convencionais, conforme é exposto Figura 3.

Figura 3 - Ciclo de vida da construção convencional x modular.



Fonte: Kamali *et al*, 2019.

Observa-se que o ciclo de vida da construção modular inicia-se, assim como na construção convencional, pela produção de materiais e transporte. A diferença mais relevante entre ambos está nas etapas a seguir. No método convencional, após o recebimento de materiais, a construção ocorre no canteiro de obras, sucedida pela ocupação e então fim da vida de edificação. Já no método modular, a etapa de construção no canteiro de obra é trocada por três outras: a fabricação de módulos, o transporte e, por fim, a montagem no canteiro, para então haver a ocupação e o fim da vida. Nota-se, assim, que a principal diferença entre os dois métodos construtivos é o princípio da construção *offsite*: transferir a produção para além de dentro do canteiro de obras (BAÚ, 2021).

Esse sistema construtivo é utilizado como um aliado para construções de caráter emergencial e/ou que necessitem serem executadas em um curto intervalo de tempo. Recentemente, com a pandemia do vírus SARS-CoV-2, houve a popularização e a necessidade da implantação da construção modular através de construções de hospitais emergências no Brasil devido a necessidade das instalações estarem prontas rapidamente (ZANATTA, 2021).

Conforme Jiang *et al.* (2018), com a construção estabelecida no exterior do canteiro de obras, é possível haver uma economia de 15 a 30% do tempo de execução, quando comparado ao sistema construtivo convencional. Isso ocorre por conta do âmbito industrial de produção dos módulos possibilitar um maior controle, coordenação e repetição das tarefas, além de ser possível a implantação de atividades automatizadas (BERTRAM *et al.*, 2019).

Além de possuir o benefício da construção em âmbito industrial, outra vantagem desse método é a possibilidade de mais de uma etapa construtiva ocorrer simultaneamente, o que faz com que a construção modular se torne ainda mais rápida e eficiente. Como por exemplo,

enquanto ocorre a execução das fundações no canteiro de obras, os módulos já estão sendo fabricados na indústria, com um alto nível de controle de qualidade, restando para o canteiro de obras apenas a sua montagem e instalação. Além do que, o risco de atraso na obra por questões climatológicas ou até furto são diminuídos, ocasionando em uma redução no tempo de execução (KAMALI; HEWAGE, 2016).

Considera-se que o emprego de técnicas *offsite*, como a construção modular, também são capazes de resolver a baixa qualidade da construção de edificações. Isso porque esse método construtivo move a construção para um âmbito fabril controlado (JIANG *et al.*, 2018), o que exige um estrito planejamento e coordenação do projeto e da produção (JONSSON; RUDBERG, 2013), assim melhorando a performance e reduzindo perdas (HONG *et al.*, 2018).

Mesmo sendo evidenciada como uma alternativa de ampla eficiência e rendimento, a construção modular pode ter restrições. Visto que os módulos são fabricados em âmbito industrial, suas medidas devem ser adequadas às medidas do ambiente fabril disponível para a fabricação, do veículo de transporte e do acesso ao canteiro de obras (BALAGUER *et al.*, 2002). Outra dificuldade encontrada é no planejamento e na logística. Os módulos demandam de planejamentos com um maior nível de detalhamento de sua produção, além de necessitar de um alto rigor de gerenciamento em suas etapas. Além disto, o custo preliminar para a sua construção é grande, exatamente por exigir um alto planejamento, deslocamento dificultoso da fábrica até o canteiro de obras e maquinário para montá-lo. Deste modo, embora existam numerosas vantagens, o fator que conseqüente acaba limitando o método, especialmente, é o seu alto custo inicial (KAMALI; HEWAGE, 2016; JIANG *et al.*, 2017).

## 2.5 Containers

Os containers são recipientes metálicos muito resistentes e de grandes dimensões, originalmente utilizados para o transporte e armazenamento de cargas, no entanto, os containers também podem ser utilizados na construção civil, como depósitos, escritórios e na construção modular.

O container “trata-se de uma caixa metálica, com base de aço e revestimento feito em aço corten com perfis especiais padronizados e paredes portantes, cujos pontos principais de apoios de cargas são seus cantos” (SLAWIK, 2010 apud CASTELNOU; LEONE, 2015, p.5).

O Artigo 4º do Decreto nº 80.145 de 15 de agosto de 1977, define o container da seguinte forma:

O container é um recipiente construído de material resistente, destinado a propiciar o transporte de mercadorias com segurança, inviolabilidade e rapidez, dotado de dispositivo de segurança aduaneira e devendo atender às condições técnicas e de segurança previstas pela legislação nacional e pelas convenções internacionais ratificadas pelo Brasil (BRASIL, 1977, p. 2).

De acordo com Levison (2006), os containers foram criados aproximadamente em 1937 por Malcolm Purcell McLean (1913-2001) em Nova York, nos Estados Unidos. Malcom era motorista e dono de uma pequena empresa de caminhões, durante uma entrega percebeu a lentidão no processo de carregamento e descarregamento das cargas, pois o trabalho era feito de forma braçal, dessa forma ele teve a ideia de construir caixas de aço para tornar o processo mais eficiente.

Para David (2018 apud OLIVEIRA; SOUZA, 2021), os containers proporcionaram a aceleração do transporte marítimo e a redução dos custos de transporte de mercadorias, uma vez que permitem carregar e descarregar diversos produtos de uma única vez, sem ter necessidade de cuidados demasiados com as embalagens individuais.

Na concepção de Nunes e Sobrinho Júnior (2017), os containers revolucionaram o transporte de carga mundial, sendo um método eficiente e com baixo impacto ambiental, podendo ser carregados por navios, caminhões, trens e até aviões. Para os autores, este método foi essencial para o avanço da globalização, no entanto, isso gerou um excesso de *containers* abandonados nos portos.

Um dos motivos da grande quantidade de containers abandonados, é o alto custo para reenviar os containers para a sua origem, além disso, eles possuem uma vida útil de aproximadamente 8 anos para o mercado náutico, mas duram cerca de 100 anos, tendo assim um período enorme sem utilização (NATALINO; FLORIAN, 2022).

### **2.5.1 Características**

Existem diversos tipos de containers disponíveis no mercado, essa variação se deve por conta da usabilidade de cada um (FIGURA 4). A seguir estão descritos os modelos de containers (CONEXOS, 2021), algumas variações nos nomes podem ocorrer devido a nomenclatura adotada pelas empresas de fornecimento dos containers:

- a) Container *Dry Box* ou *Dry Standard*: utilizado apenas para carga seca, como roupas, caixas, eletrônicos, etc;
- b) Container *High Cube*: semelhante ao *dry*, porém mais alto, logo é indicado para o transporte de maiores quantidades de mercadorias ;
- c) Container *Graneleiro Dry*: é completamente revestido, possui escotilhas no teto e nas laterais, utilizado para transportar grãos;
- d) Container *Flat Rack*: é aberto, possui apenas o piso e duas cabeceiras. projetado para transportar cargas de grandes dimensões,
- e) Container Tanque: existem várias formas disponíveis desse tipo de container, utilizado no transporte de produtos químicos corrosivos;
- f) Container Ventilado: semelhante ao *dry*, mas possui pequenas aberturas que proporcionam a ventilação no seu interior;
- g) Container *Open Top*: é um *dry standard* sem o teto, indicado para cargas que precisam ser carregadas na parte superior do container.
- h) Container Plataforma: é constituído apenas pela base, indicado para cargas com excesso de peso;
- i) Container *Reffer*: é um *container dry (standard ou high cube)* com um equipamento próprio de refrigeração, possui revestimento de aço inoxidável e piso de alumínio. Utilizado para cargas que precisam de controle de temperatura.

Figura 4 - Tipos de containers.



Fonte: Adaptado de Conexos, 2021.

As dimensões dos containers são em medidas inglesas (pés), dependem do tipo do container e são padronizadas pela *International Standard Organization - ISO*. Atualmente, são produzidos containers de 10', 20', 40', 45' e 53' pés, no entanto, segundo RSCP (2014 apud CARBONARI; BARTH, 2015) os tamanhos mais utilizados são de 20' e 40'. São expostos na Tabela 2 as dimensões externas e internas dos containers de 20' e 40'.

De acordo com Rangel (2015 apud OLIVEIRA; SOUZA, 2021) os containers mais utilizados na construção civil são o *Dry* e o *Reefer*, sendo que o *Reefer* já apresenta isolamento térmico e acústico e tem um valor mais elevado, já o *Dry* necessita de tratamento térmico e acústico. Em relação ao tamanho, os modelos mais adequados para habitação são os high cube de 20' e 40', por apresentarem pé direito mais alto, com cerca de 2,89 metros (NUNES; SOBRINHO JÚNIOR, 2017).

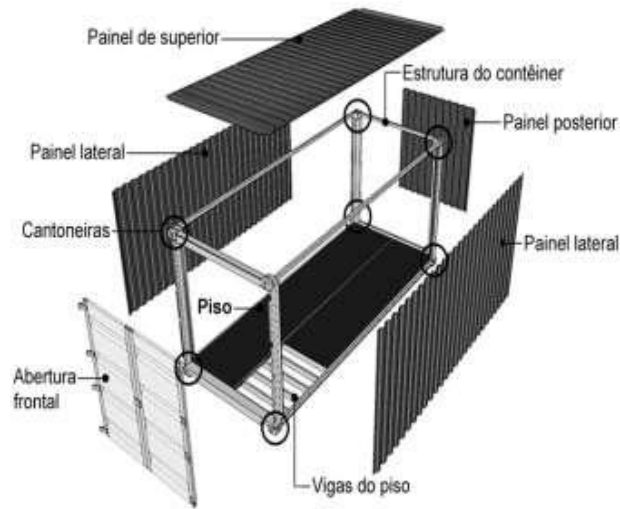
Tabela 2 - Dimensões dos containers.

Dimensões dos containers (m)		Standard Dry Box 20'	Standard Dry Box 40'	Standard High Cube 40'
Externas	Comprimento	6,058	12,192	12,192
	Largura	2,438	2,438	2,438
	Altura	2,591	2,591	2,896
Internas	Comprimento	5,900	12,032	12,033
	Largura	2,350	2,350	2,352
	Altura	2,393	2,392	2,695

Fonte: Adaptado de ISO 668, 2020.

Os containers *Dry* são compostos por perfis verticais e horizontais em aço corten, e fechamentos laterais e superiores em chapas metálicas corrugadas, sendo que o painel superior suporta até 200 kg sem sofrer danos. Além disso, o módulo também conta com duas portas metálicas na face frontal, com travas e dobradiças, enquanto o piso é formado por chapas de compensado de madeira parafusadas no esqueleto metálico. (SAWYERS, 2008 apud SANTO, 2022). A representação gráfica da estrutura do container é ilustrada na Figura 5.

Figura 5 - Representação dos elementos que compõem a estrutura do container.



Fonte: Carbonari (2015).

### 2.5.2 Utilização de containers na construção civil

De acordo com Saurin e Formoso (2006), a utilização de containers na construção é uma prática habitual em países desenvolvidos e uma alternativa adotada há algum tempo, por exemplo, em obras de montagem industrial e grandes empreendimentos. Nos canteiros de obras, os containers são muito utilizados como almoxarifados, escritórios e ambientes de utilização provisória, pois possuem fácil mobilidade e facilitam na organização do local.

O primeiro registro de utilização de containers na construção civil foi feito por Philip C. Clark, em 23 de novembro de 1987, através da patente número 4854094, intitulada como “*Method for converting one or more steel shipping containers into a habitable building a building site and product thereof*” - Método para converter um ou mais containers de aço em um prédio habitável em um canteiro de obras e seu produto. Tal patente foi emitida em 8 de agosto de 1989, e apresenta as adaptações básicas necessárias para transformar containers marítimos em habitações (SAWYERS, 2011 apud GUEDES; BUORO, 2015).

No final do século XX, os containers começaram a ser introduzidos no mercado construtivo, sendo utilizados como abrigos temporários em países que sofrem com terremotos, inundações e outros desastres naturais, e em guerras, como na Guerra do Golfo em 1991 (METÁLICA, 2015 apud SERRAGLIO, 2019).

A primeira casa em container do Brasil foi finalizada em 2010, sendo projetada pelo arquiteto Danilo Corbas e executada pela empresa Container Box. A casa está localizada em

Cotia (SP), possui 2 pavimentos e uma área construída total de 196 m<sup>2</sup> (FIGURA 6). Foram utilizados quatro containers marítimos do tipo *High Cube* de 40'. A casa foi projetada para ter um alto grau de sustentabilidade, assim, além do reuso dos containers, a edificação também possui telhado verde, sistema de reutilização de água da chuva, entre outras soluções eficientes (ARCH DAILY, 2016).

Figura 6 - Casa Container Granja Viana.



Fonte: Arch Daily, 2016.

Este foi um projeto de grande relevância, pois introduziu a técnica de reaproveitamento de containers para habitação no Brasil, sendo que posteriormente a ele, vários outros projetos começaram a ser desenvolvidos no país, embora ainda seja pouco conhecido. Portanto, é importante ressaltar as vantagens e exemplos desta alternativa sustentável para edificações. Com isso, a seguir são apresentados dois exemplos de edifícios executados utilizando containers.

- Keetwonen – Amsterdã, Holanda.

A maior construção residencial com containers do mundo está localizada em Amsterdã, Holanda. Trata-se de um complexo de moradias para estudantes, denominado Keetwonen (FIGURA 7). Na construção, foram utilizados 1034 containers reciclados, resultando em uma área total de 31 mil metros quadrados. A obra foi iniciada em 2005 pela empresa Tempohousing, sendo finalizada em menos de um ano, graças à rapidez de execução da construção modular (ROSA, 2013).



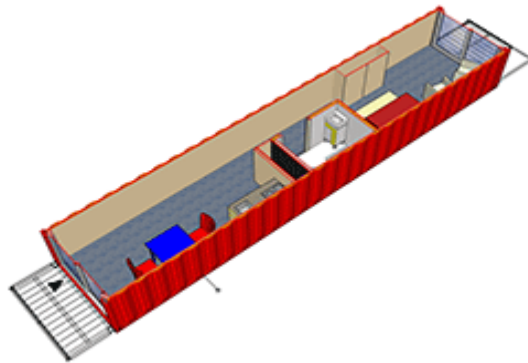
Figura 7 - Complexo Estudantil Keetwonen: fachada e vista panorâmica.



Fonte: Rosa, 2013.

Os apartamentos contam com cozinha, banheiro, quarto e sala integrados, e uma varanda privativa, como é possível observar na Figura 8. Além disso, o complexo possui muitas áreas verdes, bicicletário, supermercado, cafés, lavanderia, escritórios e áreas de esporte.

Figura 8 - Representação do interior dos apartamentos de Keetwonen.



Fonte: Rosa, 2013.

Para proporcionar melhor conforto térmico e proteção para os containers, foi feito um telhado, que também acomoda a drenagem das águas pluviais. O condomínio possui doze blocos de unidades agrupadas, sendo que cada um possui serviço de internet, eletricidade centralizada e sistema de rede.

- Condomínio de containers em Piracicaba, Brasil.

O primeiro condomínio de containers reciclados no Brasil está localizado na cidade de Piracicaba (SP). O empreendimento, inaugurado em 2016, possui 28 apartamentos distribuídos em dois prédios de quatro andares (FIGURA 9). O empresário Antônio Carlos Leão investiu cerca de R\$1 milhão de reais na construção. Os apartamentos são mobiliados e possuem 28 metros quadrados, com quarto, sala, cozinha e banheiro, sendo que algumas

unidades contam com dois quartos. Para garantir o conforto térmico no ambiente, revestiram-se as paredes com camadas de isopor e gesso. O valor do aluguel é menor do que os imóveis ao entorno, sendo uma alternativa de moradia acessível e sustentável no país (JÚNIOR, 2017).

Figura 9 - Condomínio de Containers em Piracicaba: fachada e interior.



Fonte: Júnior, 2017.

### 2.5.3 Normas técnicas referentes ao tema

De acordo com a Câmara Brasileira de Containers (2022), as normas do sistema ISO que contemplam os containers, no Brasil, são as seguintes:

- a) NBR ISO nº 668: Containers Séries 1 – Classificação, Dimensão e Capacidade;
- b) NBR ISO nº 5945: Dispositivos de Canto – Especificações;
- c) NBR ISO nº 5973: Tipos de Containers – Classificação;
- d) NBR ISO nº 5978: Padronização;
- e) NBR ISO nº 5979: Terminologia; e
- f) NBR ISO nº 6346: Códigos, Identificação e Marcação.

Para a utilização do container como habitação, é necessário atender também os critérios da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais (ABNT NBR 15.575: 2013), que trata das principais características de desempenho que uma residência deve possuir no que se refere a vida útil, eficiência, sustentabilidade e manutenção da edificação (CAUBR, 2015). A norma expõe uma lista geral de pontos que devem ser atendidos para garantir os critérios do usuário que, em resumo, tem como principal responsabilidade garantir o fator qualidade ao edifício para a sua utilização (ABNT NBR 15.575-1: 2013).

Posteriormente a publicação da norma, a mesma foi motivo de discussão e de processos de revisão, mas sua vigência foi consideravelmente uma evolução na tentativa de

melhorar a qualidade da construção civil no país, particularmente em habitações de interesse social (SANTO; ALVAREZ; NICO-RODRIGUES, 2013). Na opinião de Bertini, Martins e Thomaz (2013), a ABNT NBR 15.575:2013 simboliza uma evolução na área da construção civil por esta não ser uma norma de caráter prescritivo, isto é, não estabelece como a edificação tem de ser construída, mas sim a quais critérios deve atender para obter o desempenho estipulado (mínimo, intermediário ou superior), seja qual for o método construtivo a ser utilizado.

O uso de containers para habitações requer adequações termoacústicas, visto que, caso não disponha de isolamento térmico e acústico, torna-se desconfortável a vivência em seu interior (SOTELLO, 2012). Os confortos térmico e acústico são de carácter imprescindível para uma boa experiência do usuário e, quando a edificação não possibilita estes confortos, há interferência direta no consumo de energia, já que há tendência dos habitantes realizarem ações a fim de tornar o ambiente interior mais confortável (ROAF; CRICHTON; NICOL, 2009).

Pode-se afirmar, no que se diz respeito ao conforto térmico interno dos containers, que em grande parte dos casos há necessidade de implantação de isolamento térmico, já que a chapa de metal no qual o container é constituído não atende aos requisitos necessários. Assim, podem ser adotadas soluções como utilização de telhado verde, pintura ou sistema de refrigeração. Essas interferências a fim de melhorar o conforto térmico, no entanto, refletem no aumento do custo da obra (TEIXEIRA, 2014).

O conforto acústico ocorre apenas quando se tem um empenho fisiológico no que se refere ao ruído para realizar certa tarefa. Um local confortável propicia bem-estar aos seus habitantes. Os principais fatores que devem ser considerados são o entorno (tráfego), a arquitetura, o clima (ventilação, pluviosidade) e a orientação/implantação (materiais, mobiliário) (VIANNA; RAMOS, 2005 apud SERRAGLIO, 2019).

A principal finalidade de ABNT NBR 15.575:2013 é atender às necessidades dos usuários e, através disso, divide-se entre os seguintes aspectos: (a) segurança (segurança estrutural, contra fogo, no uso e na operação); (b) habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade, acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico); e (c) sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental) (BERTINI; MARTINS; THOMAZ, 2013). Segundo Bertini, Martins e Thomas (2013), o intuito de aplicação da norma está dividido em 6 partes. A primeira parte

trata dos requisitos e aspectos gerais, a segunda parte sobre os sistemas estruturais. A parte 3 sobre os sistemas de pisos. A parte 4 aborda os requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. A parte 5 sobre os requisitos para as coberturas, e por fim, a parte 6 aborda sobre os sistemas hidrossanitários.

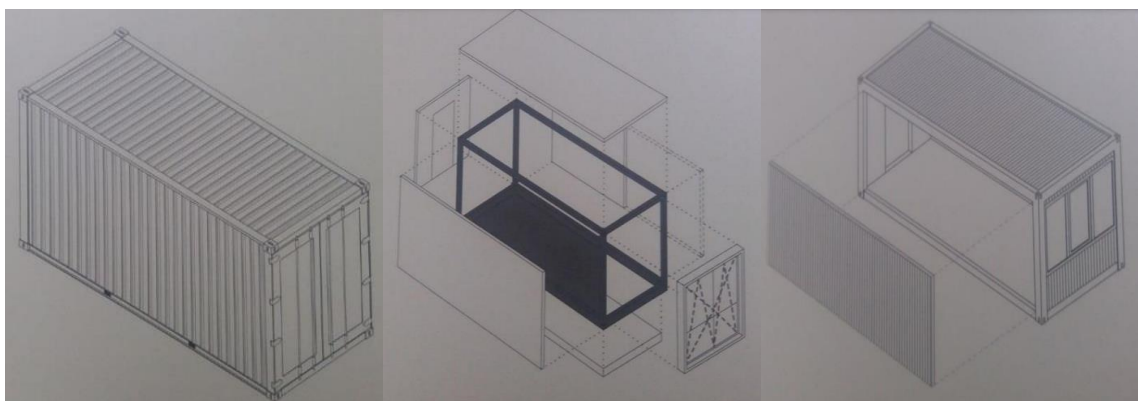
#### 2.5.4 Processo construtivo com containers

O método construtivo com containers possui algumas particularidades em relação aos demais, sendo assim, deve-se seguir etapas específicas para garantir que o projeto seja executado corretamente. É importante destacar que todas as etapas devem ser executadas por profissionais qualificados e empresas especializadas.

De acordo com Slawik (2010 apud SOUZA, 2017), os containers podem ser utilizados na obra de três formas:

- a) Uso do bloco inteiro: utiliza-se toda a estrutura e revestimentos do container, com isso o design arquitetônico é limitado (FIGURA 10a).
- b) Uso modular: apenas a estrutura metálica do container é utilizada, sendo que no revestimento são utilizados outros materiais (FIGURA 10b).
- c) Uso misto: utiliza-se a estrutura do container e parte das chapas metálicas de fechamento (FIGURA 10c).

Figura 10 - Tipos de Containers.



(10a) Container inteiro.

(10b) Container modular.

(10c) Container misto.

Fonte: Souza, 2017 apud Slawik, 2010.

De acordo com Alves, Ferreira e Cavalcante (2019, p. 22), as etapas da construção com containers são: “primeiramente é construída a fundação; o passo seguinte é o transporte dos containers, já com as adaptações do projeto, para a obra – esses são içados e postos no

local em que permanecerão; ao fim, é feito o acabamento”. Também é necessário certificar a segurança da estrutura do container, para isso devem ser realizados laudos de habitabilidade e de descontaminação contra agentes químicos, biológicos e radioativos (SOUZA; ANDRADE, 2020 apud STEIL; ROEDEL, 2022 ).

### **2.5.5 Projeto e Regularização**

O projeto de uma casa container deve ser muito bem elaborado, conciliando os aspectos de conforto ambiental, funcionalidade, sustentabilidade e segurança aos usuários. Primeiramente, deve-se realizar um estudo para verificar qual o tamanho e modelo de container mais adequado para atender aos requisitos do proprietário e aos recuos do terreno. É fundamental considerar toda a logística de transporte do módulo na escolha do modelo, uma vez que os containers maiores podem gerar problemas no dia da instalação, devido a largura da via, postes, fiação e necessidade de manobras. Em alguns casos, é mais interessante utilizar containers de 20 pés, pois o acesso e manuseio no canteiro de obras tende a ser mais prático (NATALINO; FLORIAN, 2022)

Em seguida, inicia-se o desenvolvimento do projeto, por um profissional qualificado. Durante essa etapa, são escolhidos os materiais a serem utilizados, o tipo de fundação e cobertura e a divisão interna dos cômodos. As posições e dimensões das aberturas, a locação da edificação no terreno, além de todos os aspectos citados anteriormente, deve ser definidos a partir de estudos para garantir as melhores condições de conforto térmico no local.

De acordo com Calory (2015), o projeto finalizado deve ser encaminhado para a indústria especializada que realizará a adaptação do container. No projeto devem constar os locais exatos e as dimensões dos cortes necessários, dos pontos de ligação hidráulica e elétrica e dos reforços de aço.

Conforme Giriunas (2012 apud CALORY, 2015), os containers utilizados na construção civil são denominados ISBU – *Intermodal Steel Building Units*, ou seja, edifício unitário de aço intermodal. Para a regularização do projeto junto à prefeitura, se faz necessário conhecer a legislação local, pois os parâmetros aplicados às construções convencionais, como altura do pé direito, áreas mínimas e recuos, também se aplicam às obras ISBU. Portanto, o projeto e a documentação devem estar de acordo com as normas vigentes para a obra ser aprovada e liberada para execução.

### 2.5.6 Aquisição e transporte do container

A escolha do container para adaptação deve ser feita com cautela, uma vez que eles são utilizados para transportar diversos materiais e podem estar contaminados. Por conta disso, durante a seleção, nos terminais portuários, deve-se observar o estado de conservação e a verificação da existência de resíduos químicos. As informações sobre a origem do container estão contidas em uma placa retangular fixada na porta, através dela é possível saber a data de fabricação, local de fabricação, peso, capacidade, número de registro e o tipo de carga que o módulo transportava, conforme ilustrado na Figura 11. Gomes et al. (2022) afirmaram que os containers que transportaram carga tóxica ou radioativa oferecem riscos de contaminação aos usuários, portanto, não podem ser habitados.

Figura 11 - Placa de identificação do container.



Fonte: Top Trading, 2022.

Para a inspeção pode-se seguir as recomendações apresentadas no guia “*Prevention of Pest Contamination of Containers: Joint Industry Guidelines for Cleaning of Containers*”, que trata da prevenção de contaminação do container por pragas como plantas, produtos e animais. O documento foi elaborado pelas organizações internacionais *World Shipping Council* (WSC) e *Institute of International Container Lessors* (IICL) (WSC et al., 2016 apud Justino et al., 2021).

Justino et al. (2021) expôs que durante a inspeção é necessário ter atenção com as peças de canto do container, também chamadas de cantoneiras, pois elas interferem na sua estabilidade. As peças de canto são utilizadas para o encaixe de equipamento para elevação, no empilhamento dos containers e no seu apoio. Os autores citam o Boletim Técnico 015, denominado “*IICL Corner Fittings Inspection Criteria*”, que contém instruções que auxiliam



na inspeção e avaliação das peças de canto dos módulos. Segundo o IICL (2018), danos nessas peças não são aceitáveis (FIGURA 12a) e as mesmas devem ser substituídas, exceto nos casos em que as ranhuras presentes (FIGURA 12b) não afetem sua abertura ou a solda as peças adjacentes do container.

Figura 12 - Danos nas cantoneiras.



(12a) Danos não aceitáveis nas cantoneiras



(12b) Danos aceitáveis nas cantoneiras

Fonte: IICL, 2018 apud Justino et al., 2021.

Após a etapa de seleção, o container é encaminhado para uma empresa especializada, onde será desamassado e retirados os adesivos e elementos que interfiram nos processos seguintes. De acordo com Torres *et al.* (2020), o transporte do container pode ser feito por caminhões com o auxílio de guindaste, ou por caminhões Munck (FIGURA 13), como esses maquinários necessitam de espaço para se movimentar, o fluxo viário próximo à obra pode sofrer interferências no dia da instalação do módulo. Além disso, deve-se atentar para o fato de que quanto maior for o deslocamento do container para a obra, mais onerosa será a construção.

Figura 13 – Transporte de container por caminhão Munck.



Fonte: Munck Passos, 2022.

### 2.5.7 Fundação

As construções com containers também necessitam de um sistema de fundação. Segundo Robinson e Swindells (2012 apud MARTHA *et al.*, 2021), as fundações são indispensáveis para evitar o contato direto do container com o solo, de modo que a umidade do mesmo não cause corrosão na estrutura.

Para Slawik *et al.* (2010 apud CARBONARI; BARTH, 2015), a escolha do tipo de fundação a ser empregado depende dos seguintes fatores: temporalidade da obra (permanente ou temporária); geometria do projeto e das propriedades geofísicas do terreno, como declividade, estabilidade do solo e drenagem.

O container, por ser uma estrutura modular estável e com peso relativamente baixo, necessita de fundações mais simples. Mussnich (2015) afirmou que as obras com containers apresentam uma economia considerável na etapa de preparação do solo, devido às fundações serem simples e preservarem ao máximo o nível do terreno, exigindo muito menos mão-de-obra. Outro diferencial da infraestrutura dessas edificações é manter uma taxa de permeabilidade do solo maior, nos casos em que o container fica elevado.

De acordo com Carbonari e Barth (2015), os sistemas de fundação mais utilizados são: radier, vigas baldrame e sapatas isoladas de concreto. É apresentada na Figura 14 uma casa container, em fase inicial, cuja fundação é feita de sapatas isoladas.



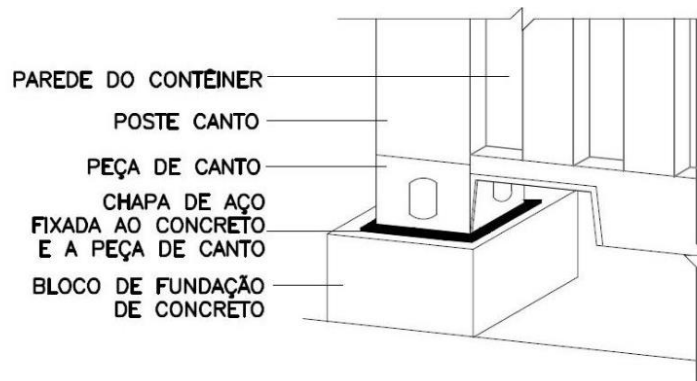
Figura 14 - Casa container apoiada sobre sapatas isoladas.



Fonte: Habitissimo, 2022.

Nunes e Sobrinho Júnior (2017) explicaram que é necessária a aplicação de uma chapa de aço na fundação para a ligação do container com a mesma, sendo que a chapa deve possuir parafusos de ancoragem fixados no concreto em estado fresco. A fixação do container à chapa, deve ser feita pelas cantoneiras inferiores e pode ser feita com parafusos ou solda, garantindo que a estrutura não tenha movimentação ocasionada por ações naturais. Na Figura 15 é exposto o detalhamento desse tipo de conexão.

Figura 15 - Detalhe da fixação do container à fundação.



Fonte: Justino *et al.*, 2019.

### 2.5.8 Cortes, Montagem e Esquadrias

Após a inspeção e desinfecção, o container é encaminhado para uma empresa especializada que deve realizar as aberturas previstas no projeto. Esta etapa é muito importante, pois interfere diretamente na capacidade do container ser autoportante, já que uma

grande quantidade de cortes pode enfraquecer a sua estrutura, necessitando assim de reforços e mais pontos de apoio (ALVES; FERREIRA; CAVALCANTE, 2019).

Alves, Ferreira e Cavalcante (2019) explicaram que a qualidade original da chapa é afetada após o corte, sendo assim, é preciso ter atenção no momento de realizar as marcações e execução dos recortes. Caso seja necessário fazer uma solda para consertar um corte errado, e a mesma não for bem executada, pode ocorrer o processo de eletrólise, deixando a solda com um aspecto feio e poroso, tornando o container mais susceptível a corrosão e infiltrações no futuro.

Para a abertura de vãos nas chapas, utilizam-se geralmente ferramentas de cortes convencionais, como maçaricos e lixadeiras, mas, existem métodos mais eficazes. Torres et al. (2020) explicaram que os equipamentos com corte à plasma garantem maior precisão na execução. Tais equipamentos aquecem o ar em plasma, através da energia elétrica, e direcionam ao metal, viabilizando a realização de tipos específicos de cortes.

Para a instalação das portas e janelas é necessário acoplar molduras de perfis metálicos nas aberturas. Segundo Steil e Roedel (2022), deve-se utilizar perfil U, rebites e poliuretano (PU) 40 para a fixação das esquadrias, de modo a evitar infiltrações. Santo (2022) recomendou que o requadramento das aberturas seja feito com o mesmo material do container para evitar corrosão.

De acordo com Alves, Ferreira e Cavalcante (2019), nesse processo, o metal deve passar inicialmente por um tratamento de galvanização a fogo ou zincagem por imersão a quente, onde todo o metal é recoberto por uma camada de zinco, sendo a espessura ideal da camada superior de 70 microns e mínima de 40 microns. Ainda segundo os autores, também é preciso tratar os pontos de solda para evitar corrosão, para isso, deve-se adotar um padrão Sa 2 ½ ou metal quase branco, para a limpeza e preparo da superfície de aço.

### **2.5.9 Instalações**

O processo para as instalações elétricas e hidrossanitárias da habitação com container é semelhante ao método convencional, já que os elementos podem ser embutidos na parede e no piso (FIGURA 16a), há também a possibilidade de deixar as instalações aparentes (FIGURA 16b), para as instalações elétricas externas devem-se utilizar as eletrocalhas. Neste método construtivo, são gerados poucos resíduos durante essas instalações, sendo uma

vantagem em relação ao método convencional, uma vez que, nele é necessário realizar cortes nos blocos.

Figura 16 - Montagem das instalações hidráulicas



(16a) Instalações embutidas na parede

Fonte: Minha casa em um container, 2016.

(16b) Instalações aparentes

Fonte: Miranda Container, 2016.

### 2.5.10 Isolamento termoacústico

A etapa de isolamento termoacústico é de suma importância, pois caso seja bem executada, garante a sensação de bem-estar ligada a temperatura no interior da edificação, e que os ruídos externos não incomodem os habitantes. Para Santo (2022), o maior desafio na construção com container é garantir o conforto térmico, uma vez que a chapa de aço não apresenta bom desempenho termoacústico.

De acordo com uma pesquisa feita por Calory (2015), referente aos dados do livro *University Physics* (1992), a condutividade térmica do aço é de  $50,2 \text{ W/m K}$ , sendo bem superior à do bloco cerâmico de  $0,6 \text{ W/m K}$  e da madeira  $0,1 \text{ W/m K}$ , gerando um grande desconforto térmico nas habitações em containers. Com isso, é fundamental o uso de isolantes térmicos e acústicos nesse tipo de sistema construtivo, podendo ser empregados painéis de madeira, lã de vidro, lã mineral, espuma de poliuretano, poliestireno, entre outros. Os isolantes devem ser instalados após a colocação dos montantes do *drywall*, tubulações, eletrodutos e caixas de passagem.

Os containers do tipo *reffer* não necessitam de isolamento termoacústico, pois já são fabricados com os mesmos. Suas divisórias externas são compostas por uma chapa interna de aço inox e uma chapa externa de alumínio ou aço não ferroso, entre as chapas há um espaço

de 10 cm preenchido com um isolamento de poliuretano (ALVES; FERREIRA; CAVALCANTE, 2019).

Segundo Souza *et al* (2021), os isolantes térmicos mais utilizados são lã de vidro, lã de rocha e lã de PET, pois são de fácil manuseio e suas propriedades proporcionam um conforto térmico estabelecido pela norma ABNT NBR 15575:2013. Através de medições experimentais, os autores verificaram que esses três isolantes atendem aos critérios da norma brasileira e da avaliação de desempenho térmico para edificações, sendo que as diferenças de variação de temperatura entre os materiais foram pequenas. Ressalta-se que a lã de PET obteve o melhor desempenho quando exposta a baixas temperaturas, já a lã de rocha quando exposta a altas temperaturas. Portanto, como a eficiência dos materiais são semelhantes, a escolha pode ser feita considerando o material de menos custo por metro quadrado. Ainda segundo os autores, a ocupação de um container sem nenhum tratamento térmico é inviável, uma vez que o aço não propicia nenhuma resistência térmica para minimizar a troca de calor com o ambiente, produzindo um enorme desconforto no interior da edificação.

Para Santo (2022), a lã de rocha é o material isolante mais indicado, por conta de ter um excelente coeficiente de absorção acústica e uma baixa condutibilidade térmica, além de não reter água e não sofrer alterações diante de eventuais condensações, devido a sua estrutura não capilar. A lã de rocha é considerada um material incombustível, seguro e perene (GARRIDO, 2011 apud SANTO, 2022).

Moro (2017) realizou um estudo para verificar as melhores condições térmicas em um restaurante feito com container localizado em Santa Maria - RS, cujas características são: paredes e cobertura com gesso acartonado e lã de vidro (5 cm), vidros claros de 3 mm e pintura externa escura. Foram realizadas simulações computacionais considerando as características da edificação existente, e comparando com outros modelos alterados. Os resultados mostraram que o aumento da espessura dos isolamentos das paredes e vidros não apresentaram melhorias significativas, enquanto a alteração para cores claras na pintura externa e o aumento do isolamento da cobertura proporcionaram melhores valores de conforto e redução do consumo de energia em relação à edificação existente. A autora concluiu que todos os modelos estavam dentro dos limites exigidos pelo Regulamento Energético do INMETRO. O modelo otimizado foi elaborado considerando os melhores resultados de cada parâmetro, sendo composto da seguinte forma: paredes com lã de vidro (5 cm) e gesso acartonado, forro com lã de vidro (10 cm) e gesso acartonado, vidros claros de 3mm, pintura

externa clara e proteção solar em todas as janelas. Assim, a transmitância térmica das paredes e cobertura reduziu de  $0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$  para  $0,43 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ , proporcionando um aumento de 4,5% nas horas de conforto térmico da edificação otimizada em relação à existente.

Serraglio (2019) alertou para o uso de lãs minerais nas paredes e forros, uma vez que elas causam a absorção do som, e em excesso, podem fazer com que as pessoas tenham dificuldade de ouvir as outras num mesmo ambiente. Dessa forma, é importante considerar na escolha dos revestimentos a taxa de ocupação do ambiente, além de outros aspectos como durabilidade, estabilidade, manutenção e resistência ao fogo (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006 apud SERRAGLIO, 2019).

Além do isolamento térmico, também podem ser empregadas outras soluções. Perfeito (2017 apud SERRAGLIO, 2019), citou o uso do telhado verde como uma alternativa eficiente e sustentável, que além de melhorar o conforto térmico, reduz o consumo energético, protege a cobertura e proporciona uma paisagem mais agradável.

### **2.5.11 Revestimento/forro/piso**

Nesta etapa, são aplicados os revestimentos interno e externo, forros e pisos para melhorar a estética e funcionalidade da habitação.

Os revestimentos internos são utilizados para encobrir as camadas de isolamento térmico e acústico e as instalações elétricas e hidrossanitárias. Torres *et al.* (2020) listou diversos materiais que podem ser utilizados nos revestimentos, como placas de MDF (*Medium Density Fiberboard*), placas de OSB (*Oriented Strand Board*), painéis de argamassa armada, quadros de madeira e placas de gesso acartonado, sendo os dois últimos mais utilizados. Já no exterior, são comumente empregados os painéis de argamassa armada, chapas laminadas, painéis fenólicos e lambris de madeira tipo *sliding*. Na Figura 17 é ilustrado uma casa container com revestimentos internos em *drywall*.

Figura 17 - Aplicação de painéis de gesso acartonado no interior do container.



Fonte: Minha casa, minha cara, 2018.

Os containers *Dry* possuem um piso em compensado naval que pode ser mantido. No entanto, Occhi e Almeida (2016), alertaram que o piso original pode estar contaminado com pesticidas, que são aplicados para conservá-lo por mais tempo, e nessas situações devem ser substituídos. Caso seja atestado que o piso não oferece risco e está livre de contaminação, ele pode permanecer (FIGURA 18), sendo necessário apenas lixá-lo e envernizá-lo (JUSTINO et al., 2021).

Figura 18 - Piso de compensado naval do container.



Fonte: Prime Containers, 2022.

Para os containers *Reffer* e nos casos onde não será utilizado o piso original, o processo se assemelha ao método convencional, onde é feito o nivelamento e aplicação do revestimento. Podendo ser aplicados o piso cerâmico, porcelanato, madeira, vinílico, emborrachado, cimento queimado, microcimento, entre outros. Deve-se utilizar argamassas específicas para cada tipo de piso.

No forro podem ser aplicadas placas de gesso acartonado, pvc, madeira, com preenchimento de isolante térmico, se a legislação não permitir rebaixar o teto, devido a altura de pé direito mínimo, pode ser feito o revestimento externo para minimizar os efeitos térmicos, como cobertura vegetal ou piso *wall*, que permite o uso da parte superior do container como terraço (MUSSNICH, 2015).

### **2.5.12 Pintura**

Inicialmente, o container deve passar por um processo de descontaminação, onde toda a superfície de aço é jateada com um abrasivo e, posteriormente, pintada com uma tinta não tóxica, para não prejudicar a saúde dos habitantes (MUSSNICH, 2015).

Para garantir a longevidade do container, Slawik (2010 apud SOUZA, 2017) sugeriu lixar toda a superfície do módulo, tanto interna quanto externa, dando maior atenção para os pontos de oxidação e corrosão. Neste processo, pode ser preciso retirar as borrachas de vedação e os pisos, e repor em caso de alguma danificação.

Segundo Oliveira e Souza (2021), todos os pontos de ferrugem devem ser tratados antes da pintura externa. Para isso, basta esmerilhar todos os locais com ferrugens, e tratar com zarcão, que é um produto com função anticorrosiva, antioxidante e de uniformização da superfície. Em regiões com maiores deformações, emprega-se o uso de massa automotiva para regularização. Ainda de acordo com os autores, para dispensar a aplicação do zarcão em toda a superfície do container, deve ser utilizada uma tinta esmalte com dupla função, proporcionando fundo e acabamento. Recomenda-se a aplicação da tinta com uma pistola pulverizadora para garantir mais eficiência e economia de material, prevendo de 2 a 3 demãos para um bom acabamento final.

Em relação ao interior do container, é aplicada uma fina camada de massa corrida nas placas de gesso, para regularizar a superfície. Em seguida, é feito o lixamento e aplicação do fundo preparador que fecha os poros do gesso, e por fim, as paredes são pintadas com tinta látex (OLIVEIRA; SOUZA, 2021).

### 2.5.13 Cobertura

Os containers são resistentes à água, no entanto, sua cobertura possui baixa inclinação, o que pode causar danos com o tempo, por conta da água não escoar corretamente. Sendo assim, deve-se fazer a impermeabilização da mesma, e a implementação de calhas para a drenagem da água pluvial. Pode-se adotar recobrimentos como vegetação, madeira ou polímeros, e também um *deck* para o terraço jardim (FIGURA 19), sendo que neste último caso, é necessário fazer uma estrutura secundária para sua instalação (CARBONARI E BARTH, 2015).

Na visão de Azevedo, Costa e Rocha (2016 apud STEIL; ROEDEL, 2022), a função do telhado é direcionar a drenagem de águas da chuva, dissipar o calor e proporcionar isolamento para o container. Dessa forma, pode-se adicionar uma nova cobertura, podendo ser de telha cerâmica, fibrocimento, ou outro material. No entanto, o peso próprio do telhado e da sua estrutura deve ser considerado previamente nos cálculos estruturais.

Figura 19 - Container com terraço jardim.



Fonte: Pinterest, 2022.



### **3. METODOLOGIA**

Neste estudo foi realizada uma pesquisa aplicada, com objetivos descritivos e abordagem de análise qualitativa. A aplicação foi feita por meio de procedimentos de pesquisa bibliográfica e experimental, através do desenvolvimento de um projeto com containers para habitações de interesse social, e utilização de trabalhos e legislações pertinentes ao objeto de estudo.

Primeiramente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, cujo objetivo é construir um embasamento sobre o tema. Após o estudo das peculiaridades desse método construtivo, foi desenvolvido o projeto para habitações de interesse social com containers. O projeto foi desenvolvido em conformidade com as normas ABNT NBR 13532:1995, que trata da elaboração de projetos, e ABNT NBR 15575:2013, referente ao desempenho da habitação. As características do modelo de container adotado são baseadas na norma ISO 668:2020. A modelagem do projeto arquitetônico, a montagem das pranchas e as renderizações foram feitas no *software* Revit versão estudantil 2017, pois permite um melhor detalhamento, agilidade e praticidade na elaboração do projeto.

Por fim, foi feito o comparativo de custo entre edificações executadas pelo método tradicional e em containers. Para isso, foi feita uma pesquisa de preço com empresas especializadas em habitações com containers e sobre os valores do Sindicato da Construção Civil (SINDUSCON) utilizando o Custo Básico Unitário (CUB). O CUB é um dos principais indicadores da área da construção civil e determina o valor do metro quadrado de uma construção de padrão convencional. Ele engloba os materiais, mão de obra e equipamentos usados, unificando os cálculos com o intuito de regular os valores empregues no setor (SINDUSCON-BA, 2019).

#### **3.1 Determinação das características do terreno**

Para a concepção do projeto arquitetônico, foi assumido um terreno hipotético com topografia plana para a implantação da habitação social em questão. Considerou-se o terreno com medidas de 10x20 metros e área total de 200 m<sup>2</sup>, de acordo com a área mínima permitida pela legislação do município de Lavras para habitações de uso social.

A residência será supostamente construída na Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) do município de Lavras, adotando os recuos mínimos estabelecidos pelo Código de

Obras de Lavras (LAVRAS, 2008). A residência é classificada como Residência Unifamiliar com uma unidade domiciliar por lote. Com isso, foram adotados os parâmetros designados para esse tipo de edificação.

A Tabela 3 contém informações sobre as características do uso, lote e edificação na Zona Especial de Interesse Social. Quanto aos afastamentos mínimos, o terreno também atende a regulamentação, uma vez que a edificação não ultrapassa as medidas delimitadas pelo código municipal em vigor.

Tabela 3 - Parâmetros urbanísticos para Residências unifamiliares de Lavras.

Área Mínima (m <sup>2</sup> ) / Testada mínima (m)	TO (%)	TP (%)	Afastamentos	
			Frontal	Laterais e de Fundos
200/10	70	10	3,00 m	1,50 m

Fonte: Código de obras de Lavras-MG, 2008.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

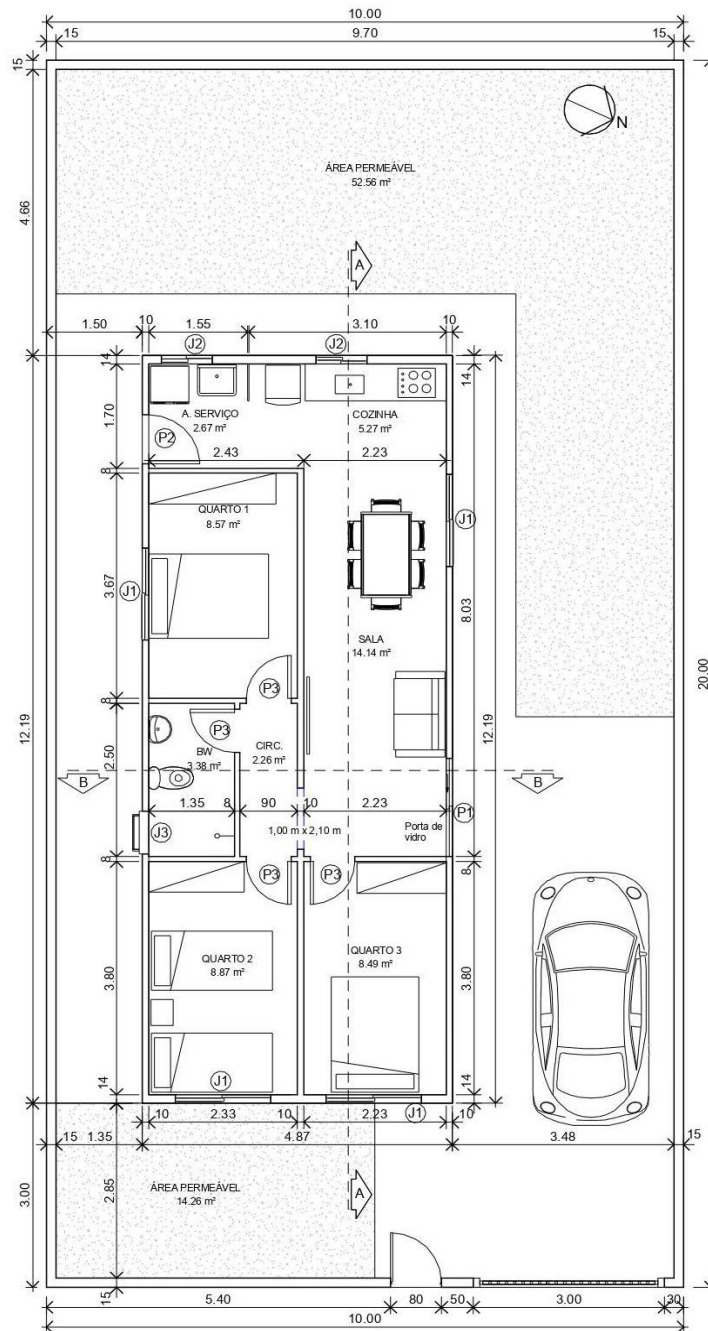
Com base na legislação e no referencial teórico desenvolveu-se o projeto arquitetônico, contendo planta baixa, diagrama de cobertura, cortes e renderizações. Também foram definidos aspectos construtivos da edificação, indicação da posição da fundação e dos recortes nas chapas. O projeto foi concebido para poder atender uma família de até 6 pessoas, com conforto, praticidade e segurança, podendo ser replicado em outras zonas de interesse social.

### **4.1 Concepção do projeto arquitetônico**

Para a elaboração do projeto, foram utilizados dois containers do tipo HC de 40 pés cada, com dimensões internas aproximadas de 12,033 m x 2,352 m x 2,695 m (comprimento x largura x altura). A escolha do modelo se deu por conta das dimensões de altura, comprimento e largura desses containers, que dispõem de mais volume e espaço para a residência. Os containers ficaram no mesmo nível e paralelos um ao outro. Esse arranjo aproveitou melhor a localização espacial no terreno e permitiu que os ambientes fossem distribuídos de forma a aproveitar o *layout* dos containers e suas funções estruturais, de modo a minimizar as modificações e recortes na estrutura.

A proposta foi um projeto de uma edificação térrea composta por sala, cozinha americana, banheiro social, área de serviço e três quartos. A planta baixa com layout pode ser observada na Figura 20.

Figura 20 - Planta baixa da edificação em container (sem escala definida).



Fonte: Dos Autores, 2023.

A disposição dos cômodos ilustrada na Figura 20, foi elaborada de forma a setorizar a habitação e aproveitar as dimensões originais dos containers, evitando muitos recortes. Para a setorização, buscou-se manter os quartos próximos uns aos outros, e a parte social unida. O banheiro foi alocado longe da cozinha e o mais próximo de todos os quartos e da sala, para atender bem aos moradores e visitantes. O *layout* proposto para a residência possui todos os

móveis necessários para garantir boas condições para os moradores, sendo que as dimensões dos mobiliários estão de acordo com os valores mínimos propostos pela ABNT NBR 15575-1:2013. A Tabela 4 expõe as áreas de cada ambiente da residência.

Tabela 4 - Áreas dos ambientes da residência.

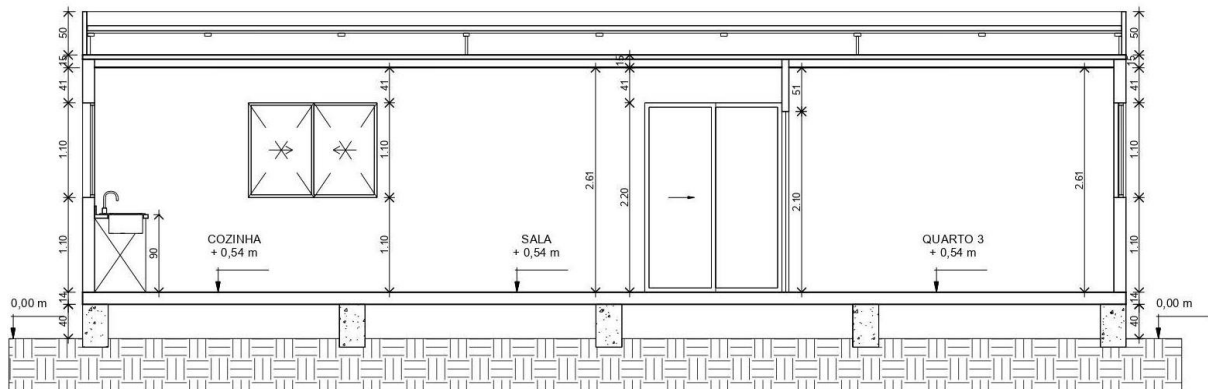
<b>Ambiente</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Sala	14,14
Cozinha	5,27
Banheiro Social	3,38
Área de Serviço	2,67
Quarto 1	8,57
Quarto 2	8,87
Quarto 3	8,49
<b>Total</b>	<b>59,36</b>

Fonte: Dos Autores, 2023.

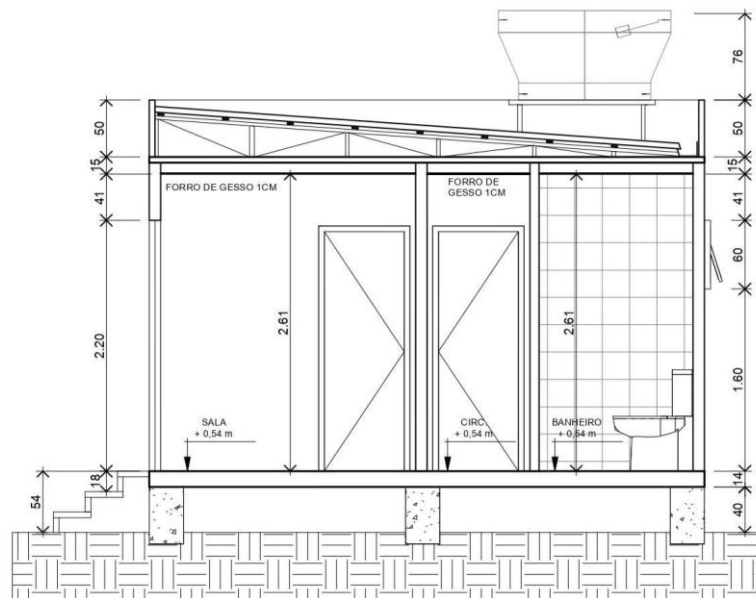
A Norma de Desempenho de Edificações - ABNT NBR 15575:2013 não define as dimensões mínimas dos ambientes, entretanto, o Código de Obras de Lavras (2008) estabelece que os compartimentos de permanência prolongada devem possuir área mínima de 8,00 m<sup>2</sup>, enquanto cozinha devem ter ao menos 4,00 m<sup>2</sup> e ambientes de permanência transitória 2,00 m<sup>2</sup>. Dessa forma, verifica-se na Tabela 4, que todos os ambientes atendem aos requisitos mínimos de dimensionamento.

Em relação ao pé direito, o container possui uma altura interna de aproximadamente 2,70m, para o presente projeto empregou-se o uso do forro de gesso acartonado, com um afastamento de 10 cm da chapa de cobertura, com isso, o pé direito da residência ficou com uma altura de 2,60 m. Para a Norma de Desempenho - ABNT NBR 15575-1:2013 o pé direito não deve ser inferior a 2,50 m, assim, a altura do pé direito da edificação está adequada. Os cortes longitudinal e transversal com informações detalhadas sobre as elevações da casa em container são expostos na Figura 21, as posições dos cortes na planta podem ser conferidas na Figura 20.

Figura 21 - Cortes detalhados da edificação (sem escala definida).



(21a) Corte Longitudinal.



(21b) Corte Transversal.

Fonte: Dos Autores, 2023.

O tipo de fundação adotado foi o de elementos superficiais com blocos de concreto armado, possibilitando que os containers fiquem acima do nível do solo. Propõe-se uma elevação de 40 cm, possibilitando o acesso para a execução e manutenção das instalações hidrossanitárias e a circulação de ar na parte inferior da residência, permitindo o resfriamento no seu interior. Além disso, esse tipo de fundação também proporciona uma maior taxa de permeabilidade do lote, uma vez que pode ser colocada apenas uma camada de brita, sob os módulos. Ressalta-se que devem ser instalados dispositivos de ancoragem do elemento de fundação ao container, conforme visto no referencial teórico.

O container em sua disposição original contém somente uma porta em uma de suas faces, que tem como função a movimentação das cargas. Dessa forma, é necessário realizar novas aberturas para atender a exigência de ventilação e iluminação natural de uma residência. Sendo assim, buscou-se padronizar as dimensões das esquadrias e atender aos requisitos mínimos exigidos. Ressalta-se que as janelas da cozinha e lavanderia são mais estreitas, pois ficaram na face do container que possui as portas originais, com isso, o recorte deve ser feito dentro do limite da porta. Na Tabela 5 são expostas as especificações das esquadrias, referentes às quantidades, altura, largura, material e peitoril, que é a distância da janela em relação ao piso acabado.

Tabela 5 - Dimensões e materiais das esquadrias empregadas na edificação.

<b>Esquadrias</b>	<b>Contador</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Peitoril (m)</b>	<b>Material</b>
J1	4	1,50	1,10	1,10	Alumínio e Vidro
J2	2	0,80	1,10	1,10	Alumínio e Vidro
J3	1	0,70	0,60	1,60	Alumínio e Vidro
P1	1	1,60	2,20	-	Alumínio e Vidro
P2	1	0,80	2,10	-	Aço
P3	4	0,70	2,10	-	Madeira

Fonte: Dos Autores, 2023.

No que se diz respeito aos cortes realizados para a implementação das esquadrias, o principal ponto levado em consideração foi o aproveitamento da ventilação natural e a precaução com a demasiada incidência solar no ambiente. É importante destacar que os tamanhos adotados das esquadrias atendem às áreas mínimas de ventilação e iluminação estabelecidas pelo Código de Obras de Lavras - MG, conforme exposto na Tabela 6, onde a fração da área do ambiente de permanência prolongada e transitória, devem ser de 1/6 e 1/8, respectivamente.

Tabela 6 - Áreas de iluminação e ventilação projetadas e mínimas dos ambientes de acordo com o Código de Obras de Lavras-MG.

<b>Ambiente</b>	<b>Área mínima de Iluminação e ventilação mínima (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área de Iluminação e ventilação projetadas (m<sup>2</sup>)</b>
Sala	2,36	5,17
Cozinha	0,87	0,88
Banheiro Social	0,42	0,42
Área de Serviço	0,33	0,88
Quarto 1	1,43	1,65
Quarto 2	1,48	1,65
Quarto 3	1,41	1,65

Fonte: Dos Autores, 2023.

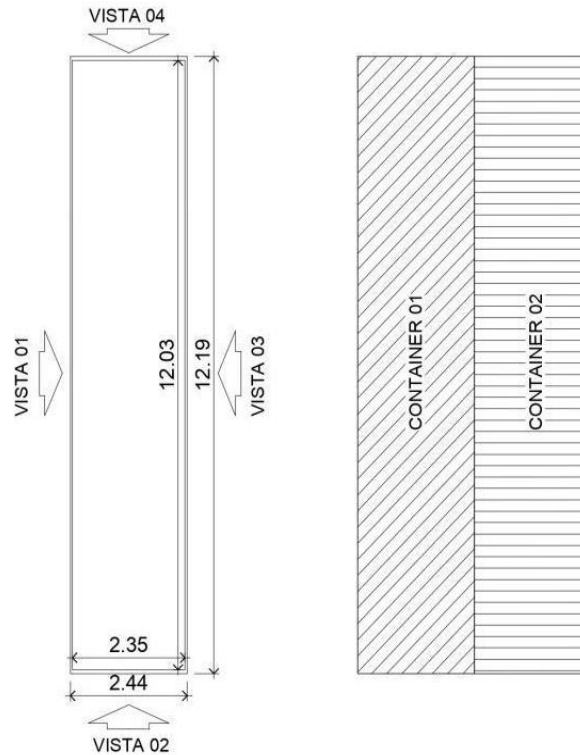
A ABNT NBR 15575:2013 define os requisitos térmicos que a residência deve atender considerando as zonas climáticas definidas na ABNT NBR 15220-3:2005. Assim, de acordo com a referida norma, o município de Lavras - MG se encontra na zona bioclimática 3. A ABNT NBR 15575-4:2013 especifica que as habitações situadas na zona 3 devem possuir uma área mínima de ventilação nos dormitórios e salas de 7% da área do ambiente, portanto, as dimensões das esquadrias adotadas estão adequadas, uma vez que a área exigida pela legislação municipal de Lavras é superior.

O posicionamento das esquadrias no projeto foi definido de forma a garantir melhores condições térmicas no interior da residência. A ABNT NBR 15220-3:2005 propõe a adoção de ventilação cruzada como estratégia de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 3. Dessa forma, buscou-se dispor as portas e janelas em paredes opostas ou adjacentes, assim, ao manter as portas abertas o ar fluirá pelos ambientes.

Como já mencionado anteriormente, o projeto foi elaborado utilizando dois containers de 40'. São ilustradas na Figura 22 as dimensões externas e internas do contentor, e a representação da disposição dos módulos 1 e 2.



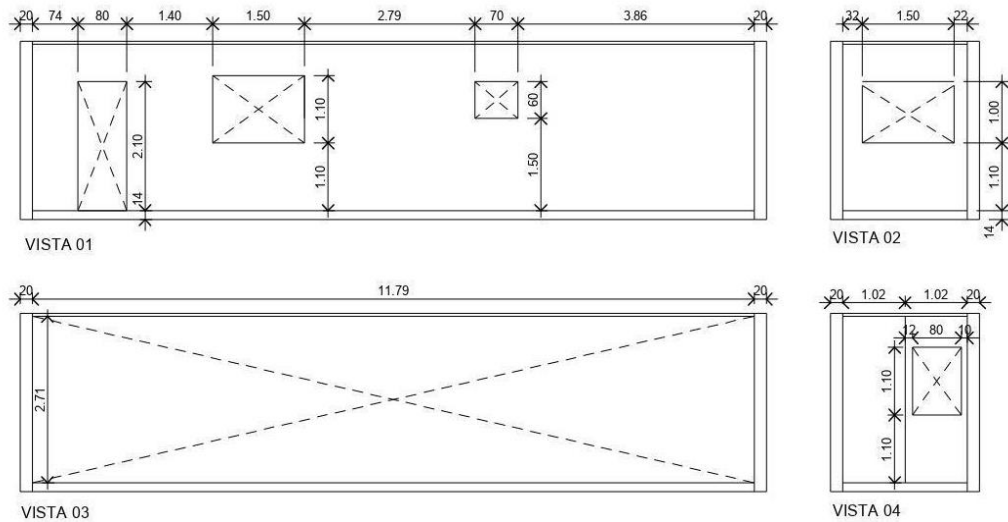
Figura 22 - Representação das dimensões em planta dos containers e posicionamento deles na edificação (sem escala definida).



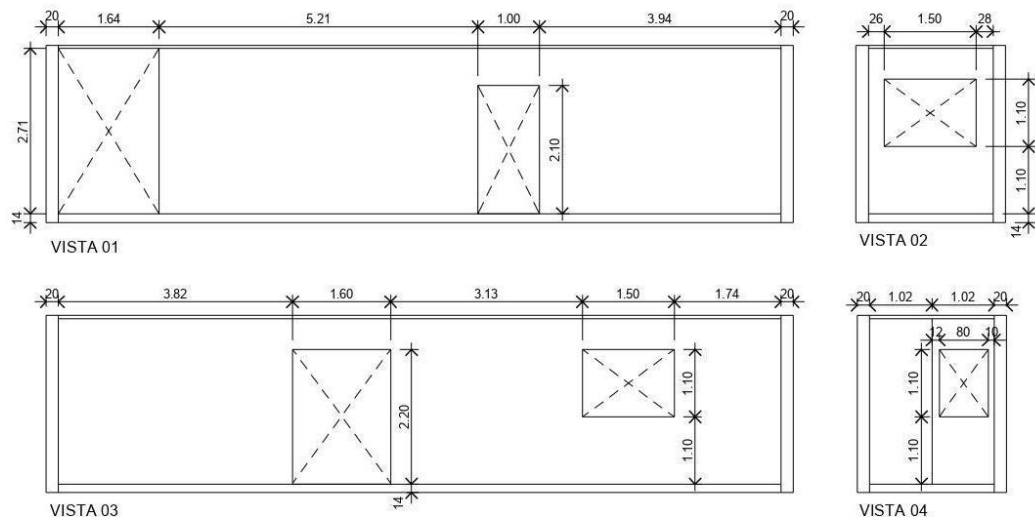
Fonte: Dos Autores, 2023.

As aberturas para as esquadrias e vãos devem ser realizadas pelo serralheiro com equipamentos específicos. Após a abertura, são soldados os quadros que possibilitam a instalação das esquadrias. A Figura 23, expõe a marcação dos cortes previstos no projeto, auxiliando o serralheiro nesta etapa importante. Para a união dos containers, apenas uma chapa será retirada por completo para ganhar espaço interno, a outra será mantida, a fim de que o container mantenha sua capacidade autoportante e não seja necessário realizar reforços estruturais. A indicação das vistas e da numeração dos containers está indicada na Figura 25. Ao todo, serão recortados  $52,47 \text{ m}^2$  (metros quadrados) de chapa de aço dos containers.

Figura 23 - Indicação dos locais de recortes nos containers (sem escala definida).



(23a) Cortes do Container 1.

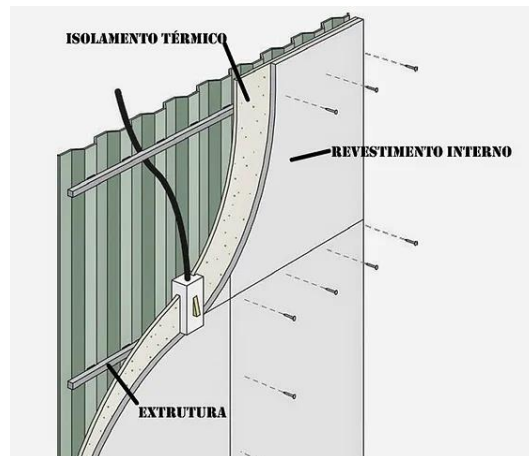


(23b) Cortes do Container 2.

Fonte: Dos Autores, 2023.

Em razão do espaço interno do container ser delimitado, há a necessidade do uso de paredes com espessura não tão grossa para ter uma maior área útil disponível, porém também é necessário ter controle sobre o conforto térmico e acústico. Com isso, para haver um isolamento térmico e acústico ao container, empregou-se a lã de rocha com espessura de 50 mm e o gesso acartonado, também conhecido como *Drywall*. Esse sistema construtivo foi inserido no lado interno do teto e das laterais do container. Além disso, foi feita essa escolha para poder ocultar as tubulações hidráulicas e elétricas. Na Figura 24 é ilustrado como é esse sistema na prática.

Figura 24 - Sistema de isolamento térmico e acústico do container.



Fonte: Souza, 2017.

A escolha pela lã de rocha como isolante termoacústico se justifica pelo fato dela possuir uma elevada absorção acústica e baixo nível de condutividade térmica, além de ser um material incombustível, de fácil manuseio e não hidrófila, ou seja, resistente a água. Ela é fabricada a partir de rochas basálticas e outros minerais, e possui condutividade térmica de  $0,045 \text{ W / (m. K)}$  e densidade de massa aparente de  $20\text{-}200 \text{ kg/m}^3$ , conforme a ABNT NBR 15220-2:2005.

Figueiredo e Borges (2022) desenvolveram uma avaliação de desempenho térmico de quiosques de containers e obtiveram os melhores resultados para os containers com paredes de gesso acartonado e lã de rocha, comprovando assim, a eficiência deste material isolante. Além disso, os autores obtiveram um valor de  $1,10 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$  para a transmitância térmica das paredes com lã de rocha.

De acordo com a ABNT NBR 15575-4:2013, as paredes externas das residências da zona bioclimática 3 devem possuir transmitância térmica inferior a  $3,7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ , sendo assim, a composição das paredes propostas para o projeto, chapa metálica - lã de rocha - gesso acartonado, atendem a verificação da norma.

Segundo Nakamura (2018), a lã é inserida unida às chapas de aço do container e pode ser disposta com chapas de Drywall. Esse recurso obteve como consequência um sistema massa-mola-massa, que consiste no uso de um material absorvente – lã de rocha – entre dois materiais mais densos – estrutura de aço do container e as placas de gesso acartonado. Por fim, utilizou-se o Drywall como alvenaria de vedação nas paredes do banheiro e dos quartos, visando ganhar área útil na residência. O acabamento interno das paredes é feito com uma fina camada de massa corrida e pintura com tinta látex. Na área de serviço e cozinha

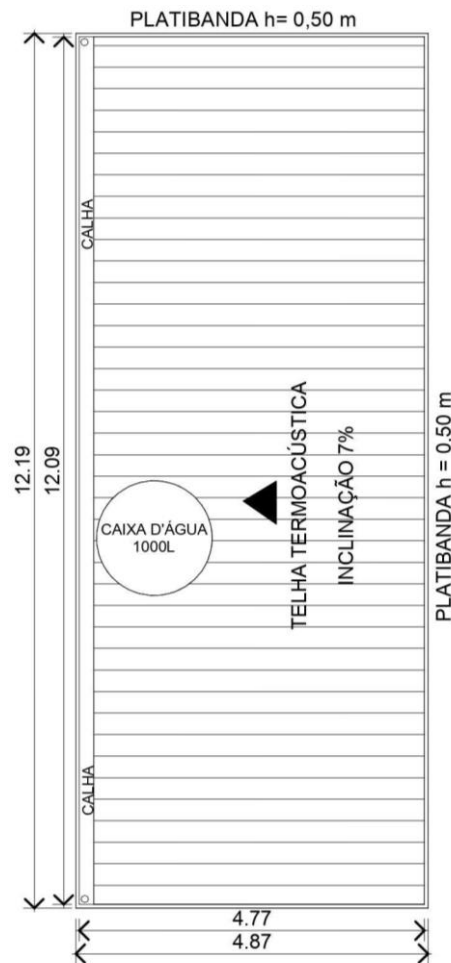
empregou-se a instalação de revestimento cerâmico no piso e nas paredes, nos demais ambientes é utilizado o piso vinílico instalado sobre o compensado naval do container.

Conforme relatado no referencial teórico deste trabalho, o telhado garante maior conforto termoacústico e proteção às águas pluviais no interior do container. Logo, foi projetado um telhado para os módulos, utilizando telhas termoacústicas com inclinação de 7%, uma estrutura metálica para fixação das telhas e um sistema de calhas para drenar as águas pluviais.

O tipo de telha foi escolhido com base no custo-benefício em longo prazo, considerando durabilidade, resistência, pouca manutenção e garantia de melhor conforto térmico. Com isso, optou-se pelas telhas termoacústicas, também conhecidas como sanduíche, sendo compostas por chapas de aço galvanizado e isolante térmico no seu interior. Tais telhas são leves, impermeáveis, e capazes de reduzir a troca de calor em até 90%, entre o ambiente externo e interno, devido a sua baixa condutividade térmica. Além disso, também podem reduzir a propagação de ruídos externos entre 20 e 40 decibéis, suavizando o barulho gerado pelas chuvas fortes na cobertura (GALVA MINAS, 2022).

Para manter a estética do container, optou-se pelo uso da platibanda para embutir o telhado. A platibanda prevista possui uma altura de 50 cm e será feita com as chapas de aço recortadas do próprio container. O diagrama de cobertura com a disposição dos elementos é exposto na Figura 25.

Figura 25 - Diagrama de cobertura da edificação (sem escala definida).



Fonte: Dos Autores, 2023.

O reservatório de 1000 L (mil litros) está localizado acima do banheiro, colaborando com o projeto hidráulico. A caixa d'água será instalada sobre uma estrutura metálica apoiada na parte superior do módulo, possibilitando uma elevação que garanta a pressão adequada da água no chuveiro. O projeto arquitetônico completo da edificação em container se encontra no Apêndice A.

#### 4.2 Projeto Renderizado

Para melhor visualização do projeto da casa em container, foram desenvolvidas renderizações do projeto arquitetônico em 3D, que permitem observar os detalhes das fachadas do container, da fundação e do posicionamento da habitação no lote. Para a pintura externa foi utilizada uma cor clara, devido sua baixa absorção da radiação solar,

proporcionando temperaturas mais amenas nas paredes. Na Figura 26 é ilustrada a fachada da edificação.

Figura 26 - Vistas da fachada da edificação.



(26a) Vista da fachada.

(26b) Vista da fachada com angulação.



(26c) Vista da fachada com gradil.

Fonte: Dos Autores, 2023.

Na Figura 27 são expostas as renderizações das vistas laterais e posteriores da edificação, onde é possível observar o corredor e os detalhes das portas dos containers que foram mantidas, no entanto, serão mantidas sempre fechadas por conta do layout interno.

Figura 27 - Vistas laterais e posteriores.



(27a) Vista Posterior e lateral esquerda

(27b) Vista Posterior e lateral direita

Fonte: Dos Autores, 2023.

### 4.3 Orçamento

Para a comparação orçamentária entre os métodos construtivos discutidos neste trabalho, foi orçado o *layout* arquitetônico apresentado com uma empresa especializada em adaptações de containers marítimos para habitação social. A empresa em questão será referenciada neste trabalho como Empresa A e tem sua sede na cidade de Boituva - SP, a 441 quilômetros da cidade de Lavras - MG. A Empresa A realiza todas as adaptações necessárias do container para o uso humano, sendo este entregue com todo o acabamento realizado, incluindo portas, janelas, revestimentos, pinturas, instalações elétricas e hidráulicas. As Figuras 28a e 28b foram enviadas pela empresa consultada e ilustram o acabamento interno da edificação.

Figura 28 - Acabamento interno de uma habitação-container.



(28a) Cozinha

(28b) Banheiro social

Fonte: Empresa A, 2023.

O orçamento estipulado pela Empresa A foi de R\$130.000,00, considerando uma residência de padrão normal. O valor do frete cobrado pela empresa é de R\$6,00 o quilômetro rodado, contando a ida e a volta. Contando que o caminhão da Empresa A é capaz de transportar apenas um container de 12 metros por vez e esta é localizada a 441 quilômetros de Lavras - MG, com isso o custo do transporte seria de R\$10.584,00. Sendo assim, o custo final da edificação em container seria de R\$140.584,000.

Orçou-se o mesmo projeto, porém construído em alvenaria estrutural, baseado no valor do CUB - Custo Unitário Básico de Minas Gerais referente ao mês de Janeiro de 2013. Considerou-se uma residência unifamiliar e de padrão normal para a consulta, o mesmo estipulado para a habitação em container. O metro quadrado para tais condições é de R\$2.594,13. Sendo assim, o orçamento da edificação proposta em alvenaria convencional seria de R\$155.647,80.

Comparando os orçamentos de ambos os métodos, a edificação de 60 metros quadrados através do método de container foi a de menor custo, sendo R\$15.063,80 mais econômica que a de alvenaria tradicional. Ressalta-se que em ambos os orçamentos não são considerados os custos com fundação.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por intermédio das pesquisas e estudos realizados, pode-se constatar que a proposta de reutilização dos containers como possível solução à demanda por habitações sociais é considerada viável, tanto do ponto de vista do conforto quanto da eficiência energética. Ressalta-se como aspectos favoráveis a agilidade no processo de construção, como também o fato de ser um produto com responsabilidade ambiental por fazer o reuso de um material descartado e gerar uma quantidade menor de resíduos quando comparado ao método de alvenaria tradicional.

As dimensões do container utilizado viabilizam uma distribuição adequada dos ambientes internos, permitindo diferentes arranjos de acordo com a necessidade do projeto em questão. Notou-se que há a possibilidade, ainda que em um país com diferentes condições climáticas como o Brasil, proporcionar uma habitação confortável, de tamanho e custo proporcionais à parcela da população beneficiada.

Apesar da pesquisa ter sido menos aprofundada em relação ao custo, uma vez que é um método novo no âmbito nacional e não dispõe de informações abrangentes e tantas empresas especializadas, verificou-se através dos orçamentos apresentados que a habitação com a reutilização de container apresenta um custo menor do que a habitação de alvenaria convencional.

Contudo, também há aspectos problemáticos no uso de containers para habitação. Um deles é quanto aos isolamentos térmico e acústico, já que o processo de isolamento aumenta o custo da construção, porém, ainda assim, se mantém mais barato do que uma edificação de alvenaria convencional. Outro ponto que pode encarecer o projeto e ser considerado uma desvantagem é o frete para transporte do container, principalmente para cidades longe de portos e empresas especializadas nesse tipo de construção.

Não houve a disponibilidade de aprofundar o conhecimento em conteúdos de grande interesse que envolvem o tema, como o estudo das solicitações em cada elemento da estrutura do container, realização de simulações computacionais de desempenho térmico e maior detalhamento de custos. Estas lacunas permitem a criação de futuros trabalhos acadêmicos, colaborando mesmo que de maneira gradativa para a difusão do tema e seu desenvolvimento.

Somando-se todos os argumentos apresentados, observa-se que a utilização de container para habitação de uso social é aceitável para a cidade de Lavras - MG, já que o custo final da edificação, mesmo com o frete, é menor do que pelo método de alvenaria

convencional. Além de que o container cumpre todos os requisitos estabelecidos pelo Código de Obras de Lavras, sendo assim uma edificação de boa condição para habitação.

## REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V. **Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta**. Globo Ciência. 2013. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-22materia-prima-do-planeta.html>>. Acesso em 20 dez. 2022.
- ALVES, J. V. P.; FERREIRA, R. S.; CAVALCANTE, R. P.. **Containers – uma nova alternativa para a construção civil. Estudo direcionado para projetos residenciais**. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do Ifpb, [S.L.], v. 1, n. 46, p. 19, 13 set. 2019. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n46p19-32>. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/2395>. Acesso em: 10 set. 2022.
- ARCH DAILY. Casa Container Granja Viana. 2016. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/800283/casa-container-granja-viana-container-box>. Acesso em: 05 out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220** - Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** - Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873** - Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.
- BALAGUER, Carlos e cols. **Future Home: Uma abordagem de automação de construção integrada**. Revista IEEE de robótica e automação, v. 9, n. 1, pág. 55-66, 2002.
- BASTOS, M. A. R. **Avaliação de sistemas construtivos semi e/ou industrializados de edifícios de andares múltiplos através da perspectiva de seus usuários**. Ouro Preto, 2004.
- BASTOS, Raphael de C. S. C. **Da coordenação modular à construção modular: estudos de caso**. 2015. 88 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139133>>. Acesso em 15 jan. 2023.
- BAÚ, Gabriela. **Construções modulares: Mapeamento do Processo Executivo de Edificações em Chassi de Aço**. 2021. 77 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.
- BELLATO, G. V.; BEDIN, A. M. **Análise de viabilidade do uso de containers na construção de edificações na cidade de Chapecó / SC**. Revista Tecnológica, 2018, v. 7, n. 1, p. 87-101.
- BERTINI, A. A.; MARTINS, J. C.; THOMAZ, E. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2013.
- BERTRAM, N., FUCHS, S., MISCHKE, J., PALTER, R., STRUBE, G., WOETZEL, J. **Modular construction: From projects to products**. Capital Projects&Infrastructure. McKinsey&Company. PDF. 2019 1-34.
- BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil**. São Paulo, SP: Estação Liberdade, 1998
- BRASIL. **Decreto Nº 80145**, de 15 de agosto de 1977. Dispõe sobre a unitização, movimentação e transporte, inclusive intermodal, de mercadorias em unidades de carga, e dá outras providências, 1977. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1970-1979/D80145.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D80145.htm). Acesso em: 10 set. 2022.
- CALORY, Sara Q. C. **Estudo de uso de contêineres em edificações no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso do curso superior em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

CARBONARI, L. T.; BARTH, F.. **Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 6, n. 4, p. 255-265, 2015. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8641165>>. Acesso em: 10 out. 2022.

CARDOSO, F.; ARAÚJO, V. **Projeto tecnologias para a construção habitacional mais sustentável**. Finep Habitare. PCC-USP n. 2386/4. 2004. Disponível em: <<http://www.pcc2540.pcc.usp.br/material%202006/habitare%20impactos%20canteiro%2030%206%202006.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2022.

CASSAR, B. C.. **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: alvenaria convencional x light steel frame**. 2018. 108 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025484.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2022.

CASTELNOU, A.M.N.N.; LEONE, J.T. **Arquitetura em containers: Pesquisa alternativas para o projeto mais sustentável**. PROJETAR, 7, 2015. Natal, 2015, p. 1-15. Disponível em: <http://projedata.grupoprojetar.ufrn.br/dspace/bitstream/123456789/2104/1/P103.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2022.

CBC - Câmara Brasileira de Contêineres. **Normas utilizadas para projetos de contêineres**. 2022. Disponível em: <https://cbccontainer.org.br/normas/>. Acesso em: 09 dez. 2022.

CONEXOS. **Quais são os tipos de containers**. 2021. Disponível em: <https://www.conexos.com.br/quais-sao-os-tipos-de-containers/>. Acesso em: 25 ago. 2022.

ESTATÍSTICA, IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População cresce, mas número de pessoas com menos de 30 anos cai 5,4% de 2012 a 2021**. 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34438-populacao-cresce-mas-numero-de-pessoas-com-menos-de-30-anos-cai-5-4-de-2012-a-2021#:~:text=Esse%20percentual%20era%20de%2050,7%2C6%25%20ante%202012>. Acesso em: 09 fev. 2023.

FIGUEIREDO, C. R.; BORGES, G. F. X.. **Avaliação do desempenho térmico em quiosques de containers metálicos em Brasília**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 6, p. e14211628846, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i6.28846. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28846>. Acesso em: 15 jan. 2023.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2015**. Belo Horizonte, MG: FJP, 2018.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Ensaio e discussões sobre o déficit habitacional no Brasil**. Belo Horizonte, 2022.

GALVA MINAS. **O que você sabe sobre as telhas termoacústicas?**. 2022. Disponível em: <https://galvaminas.com.br/o-que-voce-sabe-sobre-as-telhas-termoacusticas/>. Acesso em: 15 jan. 2023.

GASQUES, A. C. F.; OKAWA, C. M. P.; ANGELIS NETO, G.; MIOTTO, J. L.; RI, T.. Revista Tecnológica Maringá, v. 23, p. 13-24, 2014. **Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica**. Revista Tecnológica, Maringá, v. 23, p. 13-24, 2014.

GOMES, I. K. F. et al. **Arquitetura: construção de casas contêineres**. Revista Faculdades do Saber, v. 7, n. 14, p. 1180-1195, 2022. Disponível em: <https://rfs.emnuvens.com.br/rfs/article/view/171/124>. Acesso em: 30 de set. 2022.

GOSLING, J. et al. **Defining and Categorizing Modules in Building Projects: an international perspective**. Journal of Construction Engineering and Management, p. 1-11, 2016

GUEDES, R.; BUORO, A. B. **Reuso de containers marítimos na construção civil**. Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 102-118, dez. 2015.

HONG, J., SHEN, G. Q., LI, Z., ZHANG, B., ZHANG, W. **Barreiras à promoção da construção pré-fabricada na China: uma análise custo-benefício.** Revista de Produção Mais Limpa. v. 172, 649-660. 2018.

JIANG, R., MAO, C., HOU, L., WU, C., TAN, J. **Uma análise SWOT para promover a construção fora do local sob o pano de fundo da nova urbanização da China.** Revista de Produção Mais Limpa. v. 173, 225-234. 2018.

JONSSON, H., RUDBERG, M. **Classificação dos sistemas de produção para edifícios industrializados: uma perspectiva da estratégia de produção.** Gestão e Economia da Construção, v.32, n.1-2, 53-69. 2013.

JÚNIOR, H. 'Condomínio' feito com contêineres reciclados vira alternativa de moradia em Piracicaba. **G1**, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/condominio-feito-com-containeres-reciclados-vira-alternativa-de-moradia-em-piracicaba.ghtml>. Acesso em: 01 fev. 2023.

JUSTINO, B. M. P. *et al.* **Contêiner: do descarte portuário à aplicação arquitetônica.** *Brazilian Journal Of Development.* Curitiba, p. 14632-14652. fev. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/24537/19606>. Acesso em 29 nov. 2022.

KAMALI, M.; HEWAGE, K. **Desempenho do ciclo de vida de edifícios modulares: Uma revisão crítica.** Revisões sobre energia renovável e sustentável, v. 62, p. 1171-1183, 2016.

KAMALI, M.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. **Método de construção convencional versus métodos de construção modular: Uma comparativa do berço ao portão para edifícios residenciais.** Energia e Edifícios, v. 204, p. 109479, 2019.

LAVRAS. **Lei complementar nº156**, de 22 set. 2008. Código de Obras de Lavras. Procuradoria Geral de Lavras - MG, 2008.

LEMOS, P. F. I. **Resíduos sólidos e Responsabilidade Civil pós-consumo.** 3 ed. São Paulo: RT, 2014.

LEVINSON, M. **The box: How the shipping container made the world smaller and the world economy bigger.** Princeton NJ: Princeton University Press, 2006.

LOPES, G. T. A.; LOIOLA, I. T.; SAMPAIO, A. V. C. F. **Arquitetura de container: reutilização para construção civil.** In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 16., 2016, São Paulo. Anais [...] Porto Alegre: ANTAC, 2016. Disponível em: [http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016\\_paper\\_553.pdf](http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_553.pdf). Acesso em: 20 nov.2022.

MARTHA, A. *et al.* **O contêiner como método construtivo alternativo sustentável / Container as a sustainable alternative construction method.** Brazilian Journal of Business, v. 3, n. 1, p.362-374, 2021.

MELO, E. C.; ALMEIDA, E. F.; COSTA, F. M.; BATISTA, M. M.; GARCIA, V. F. **Análise comparativa do custo final da obra e tempo de execução dos métodos construtivos: alvenaria convencional e light steel frame – lsf.** 2022. 17 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Una Pouso Alegre, Pouso Alegre, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/24585>. Acesso em: 20 nov. 2022.

MORO, T. S. **Análise dos parâmetros de conforto térmico e eficiência energética de uma edificação em container.** 2017. 56 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós Graduação em Eficiência Energética Aplicada Aos Processos Produtivos (Ead), Universidade Federal de Santa Maria (Ufsm), Panambi, 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12233/TCCE\\_EEAPP\\_EaD\\_2017\\_MORO\\_TATIANE.pdf?sequen ce=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12233/TCCE_EEAPP_EaD_2017_MORO_TATIANE.pdf?sequen ce=1&isAllowed=y). Acesso em: 20 dez. 2022.

MOTTA, J. C. S. S. *et al.* **Tijolo de Solo-Cimento: Análise das Características Físicas e Viabilidade Econômica de Técnicas Construtivas Sustentáveis.** Revista e-xacta, Belo Horizonte/MG, Volume 7, Número 1, p. 13-26, 2014.

MUSSNICH, L. B. **Retrofit em containers marítimos para reuso na arquitetura e sua viabilidade**. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 1, n. 10, p. 1-22, dez. 2015. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n10-2015/retrofit-em-containers-maritimos-para-reuso-na-arquitetura-e-sua-viabilidade/>.

NAKAMURA, J. **Revestimentos isolantes e aberturas conferem conforto térmico a containers**. AECweb.com.br, [S. 1.], [2018?]. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/revestimentosisolantes-e-aberturas-conferem-conforto-termico-acontainers\\_14857\\_10\\_18](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/revestimentosisolantes-e-aberturas-conferem-conforto-termico-acontainers_14857_10_18). Acesso em: 26 jan. 2023.

NATALINO, E. M. D.; FLORIAN, F. **Aplicação do uso de container como alternativas na construção civil, em edificações habitacionais**. Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar - Issn 2675-6218, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-12, 12 jan. 2022. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar.

NUNES, M. A.; SOBRINHO JÚNIOR, A. S. **Utilização de contêineres na construção civil: estudos de caso**. Revista Campo do Saber, v. 3, n. 2, p. 129-151, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/85>. Acesso em: 20 set. 2022.

O'BRIEN, M.; WAKEFIELD, R.; BELIVEAU, Y. **Industrializando a Construção Residencial**, 2000.

OCCHI, T.; ALMEIDA, C. C. O. **Uso de contêineres na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo-RS**. Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, v. 5, n. 1, p. 16-27, 2016.

OLIVEIRA, V. P.; SOUZA, L. F. A. **Análise da viabilidade técnica do uso de contêineres marítimos na construção civil para habitações sociais**. Engenharia na Prática: Construção e Inovação, Rio de Janeiro, v. 3, p. 134-163, jan. 2021

REIS, L. B. et al. **Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2012.

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

ROSA, M. **Amsterdã possui maior condomínio de contêineres do mundo**. Ciclo Vivo, 2013. Disponível em: [https://ciclovivo.com.br/urb-arquitetura/containers\\_reutilizados\\_viram\\_condominio\\_estudantil\\_em\\_amsterda/](https://ciclovivo.com.br/urb-arquitetura/containers_reutilizados_viram_condominio_estudantil_em_amsterda/). Acesso em: 10 jan. 2023.

SANTIAGO A. K.; RODRIGUES M. N.; OLIVEIRA M. S. De. **Light Steel Framing Como Alternativa Para A Construção De Moradias Populares**. 2010. Construmetal – Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica. São Paulo. 31 de agosto de 2010.

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

SANTO, S. P. E. **Clínica Container: transformando containers marítimos em ambientes clínicos**. 2022. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2022.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SEPLAN — Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos. **Panorama Macroeconômico da Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos**. 2007.

SERRAGLIO, A. G. **Análise do custo do ciclo de vida da casa- container e da habitação convencional utilizadas em moradias de interesse social**. 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia, Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

SOTELLO, L. **Vida nova para os containers**. Revista Beach&CO, Guarujá, 2012. Disponível em: <<http://www.beachco.com.br/v2/porto/vidanovaparaoscontainerers.html>>. Acesso em: 14 set.. 2022.

SOUZA, M. R. **Análise de viabilidade econômica de empreendimento turístico com casas container**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SOUZA, P. C. de et al. **Análise do desempenho térmico de containers com e sem tratamento**. A Construção Civil: em uma perspectiva econômica, ambiental e social, [S.L.], p. 460-477, 2021. Editora Científica Digital.

STEIL, J.; ROEDEL, T. **Reutilização de contêineres marítimos na construção civil: uma alternativa ecológica**

STEIL, J.; ROEDEL, T. **Reutilização de contêineres marítimos na construção civil: uma alternativa ecológica para habitações de interesse social**. Revista UNIFEDE Edição Tecnologias: Engenharia, Produção e Construção, Brusque, v. 1, n. 27, p. 267-298, 29 ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.unifebe.edu.br/index.php/RevistaUnifebe/article/view/860>. Acesso em: 20 nov. 2022.

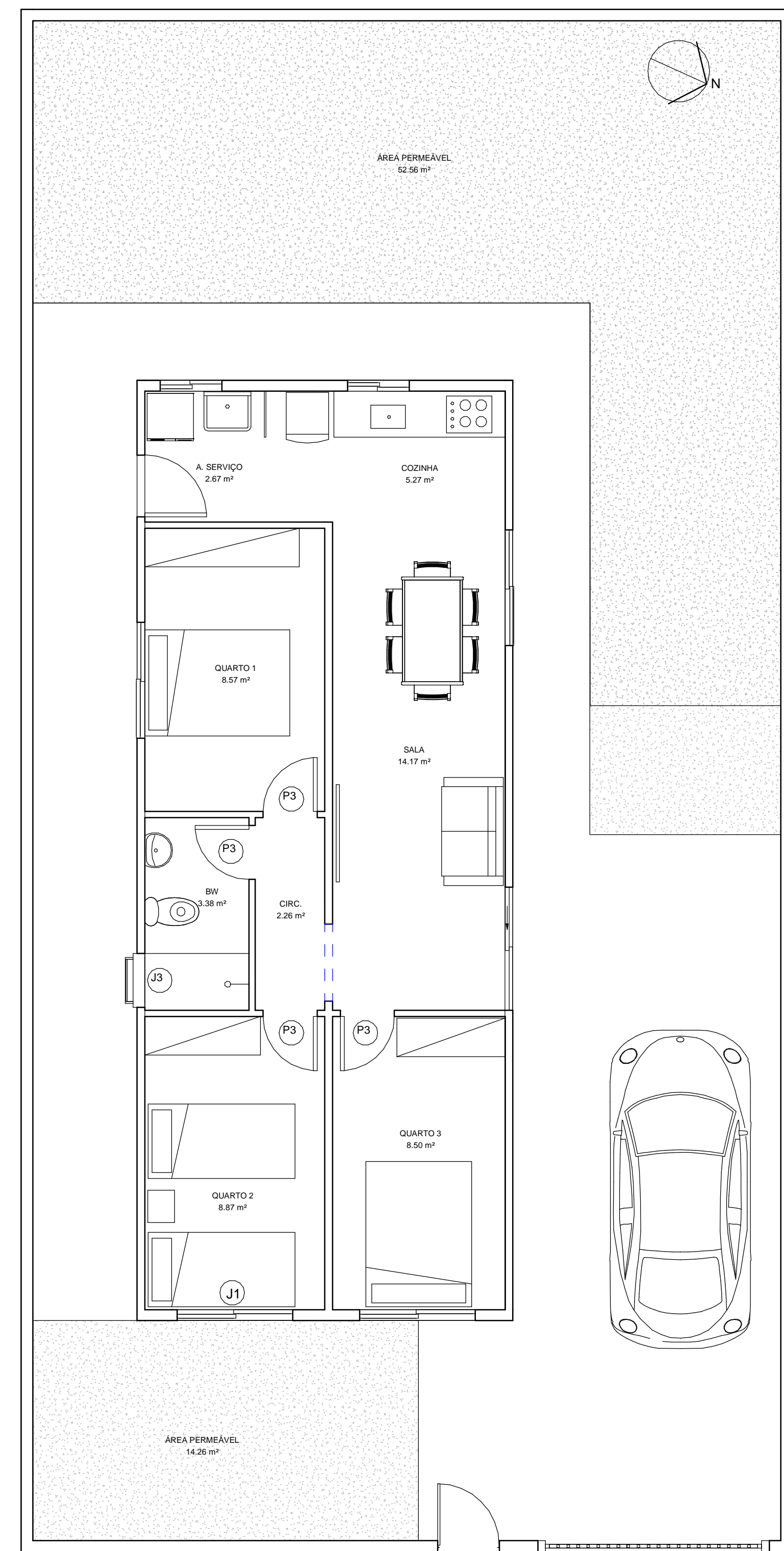
TEIXEIRA, A. A. A. **Avaliação do conforto térmico em containers metálicos utilizado como alojamento em canteiro de obras**. 2014. 67 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

TORRES, G. P. *et al.* **Métodos construtivos sustentáveis: reutilização de containers na construção civil**. Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 1-15, 2020. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/1501>. Acesso em: 14 set. 2022.

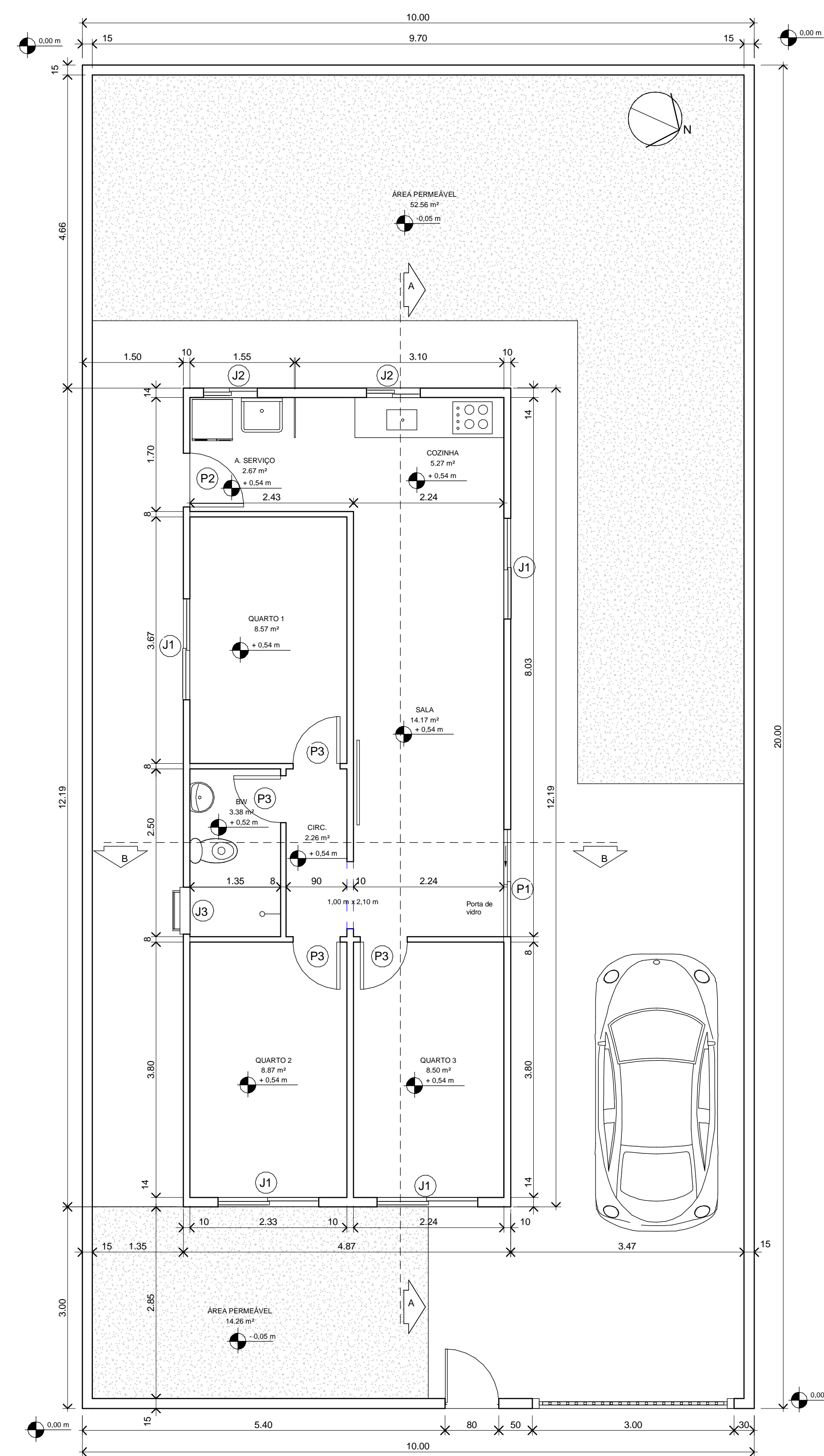
YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**. 18. ed. São Paulo: Blucher, 2021. 864 p.

ZANATTA, B.. **Popular no exterior, construção off-site ganha força no Brasil com a pandemia**. 2021. Disponível em <https://economia.estadao.com.br/blogs/radarimobiliario/popular-no-externo-construcao-off-site-ganha-forca-no-brasil-com-a-pandemia/>. Acesso em 27 nov. 2022.

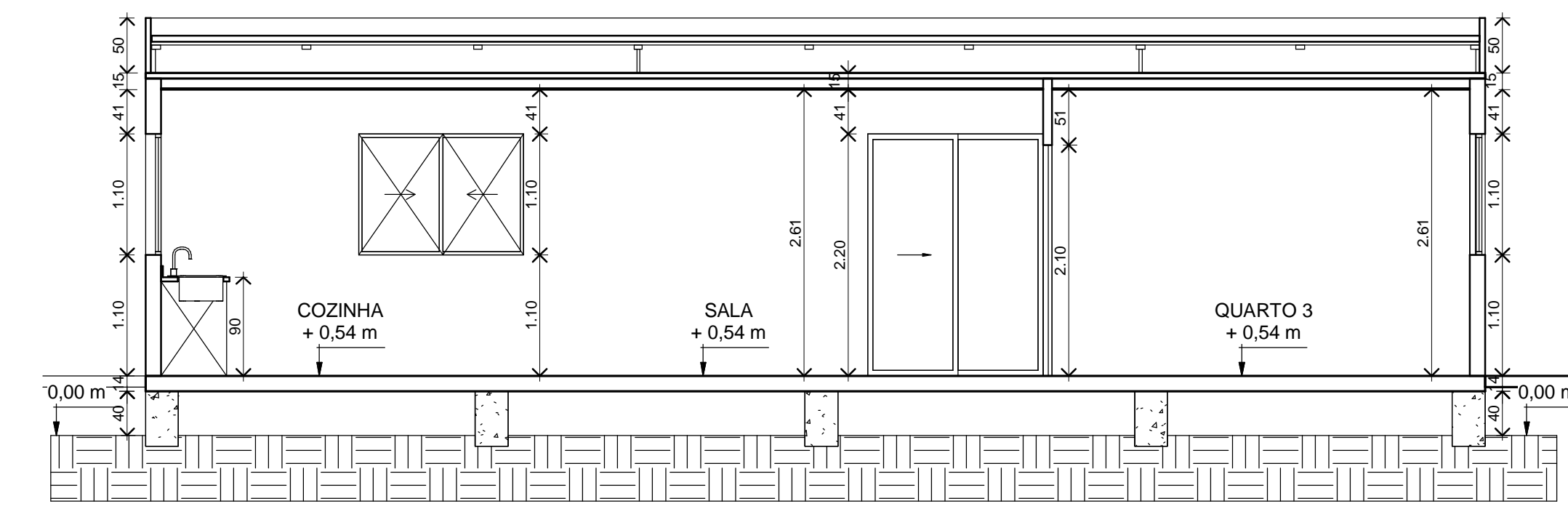




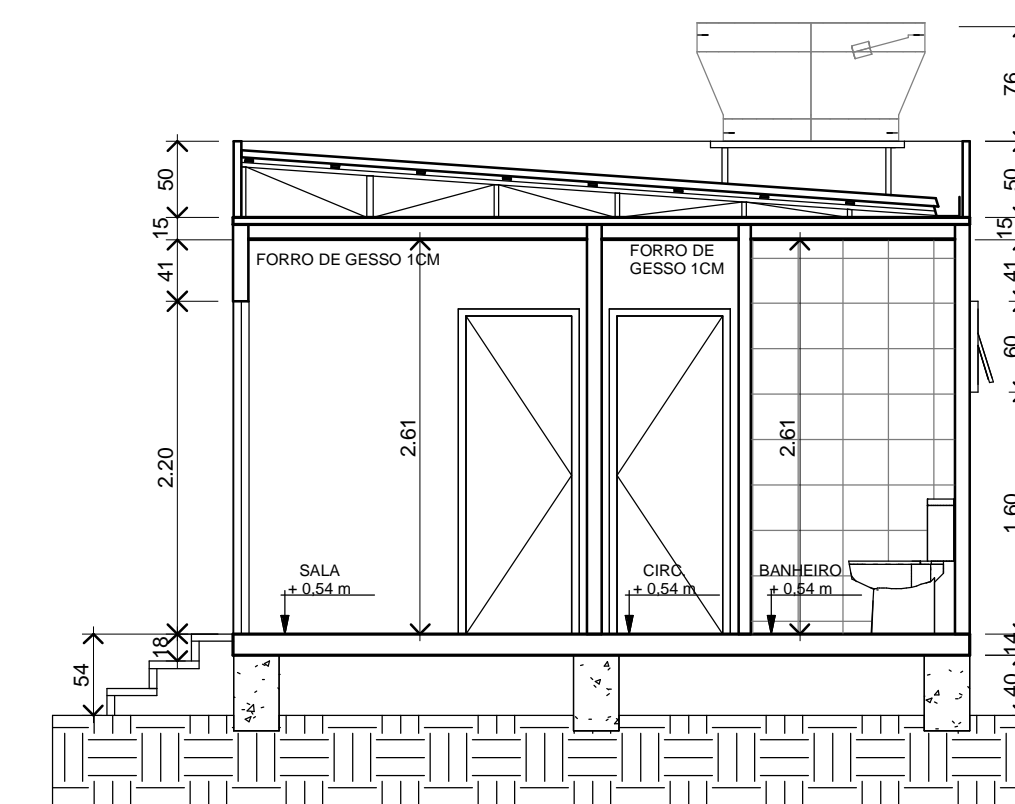
1 PLANTA BAIXA LAYOUT  
1:50



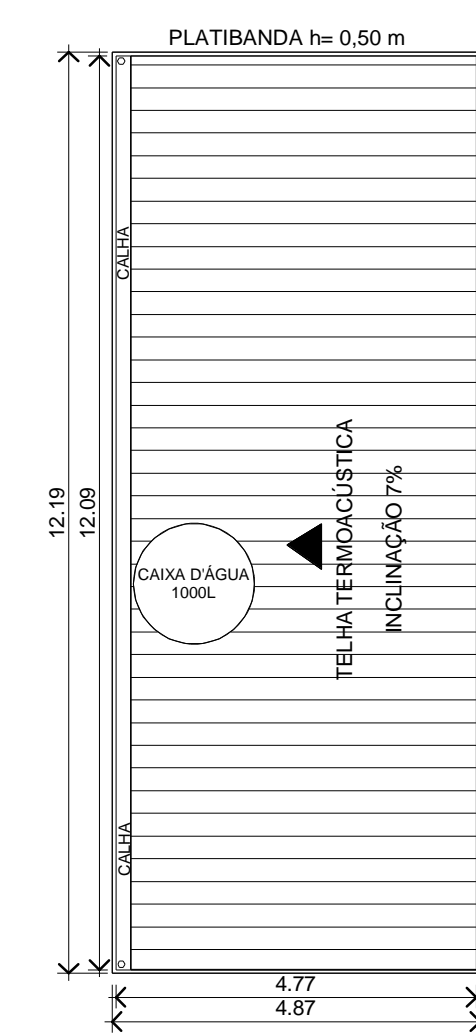
2 PLANTA BAIXA  
1:50



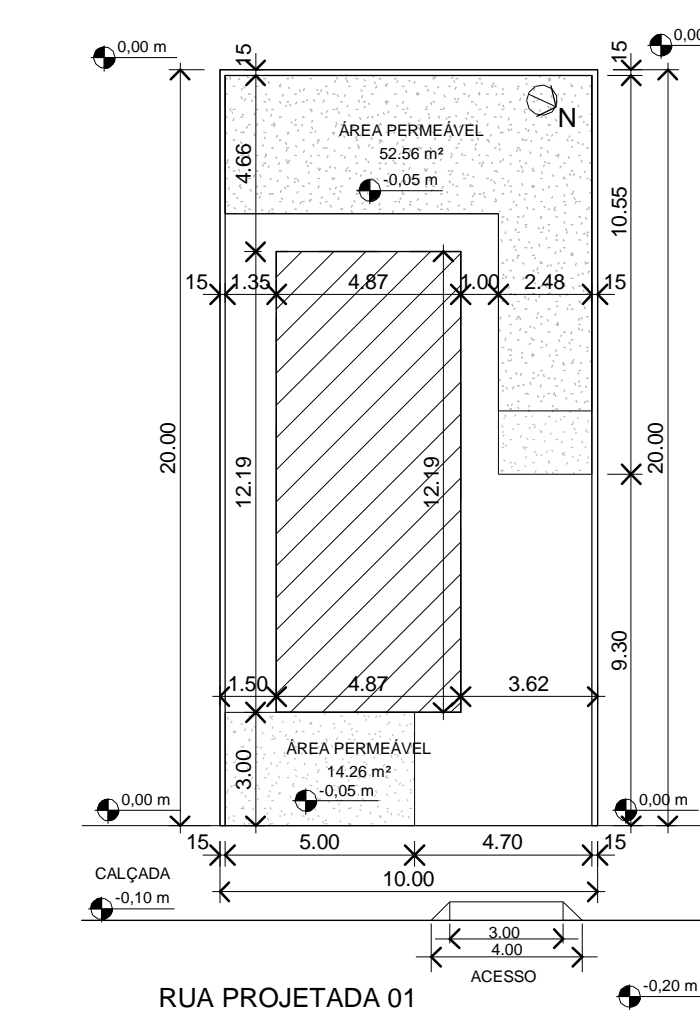
3 CORTE AA  
1:50



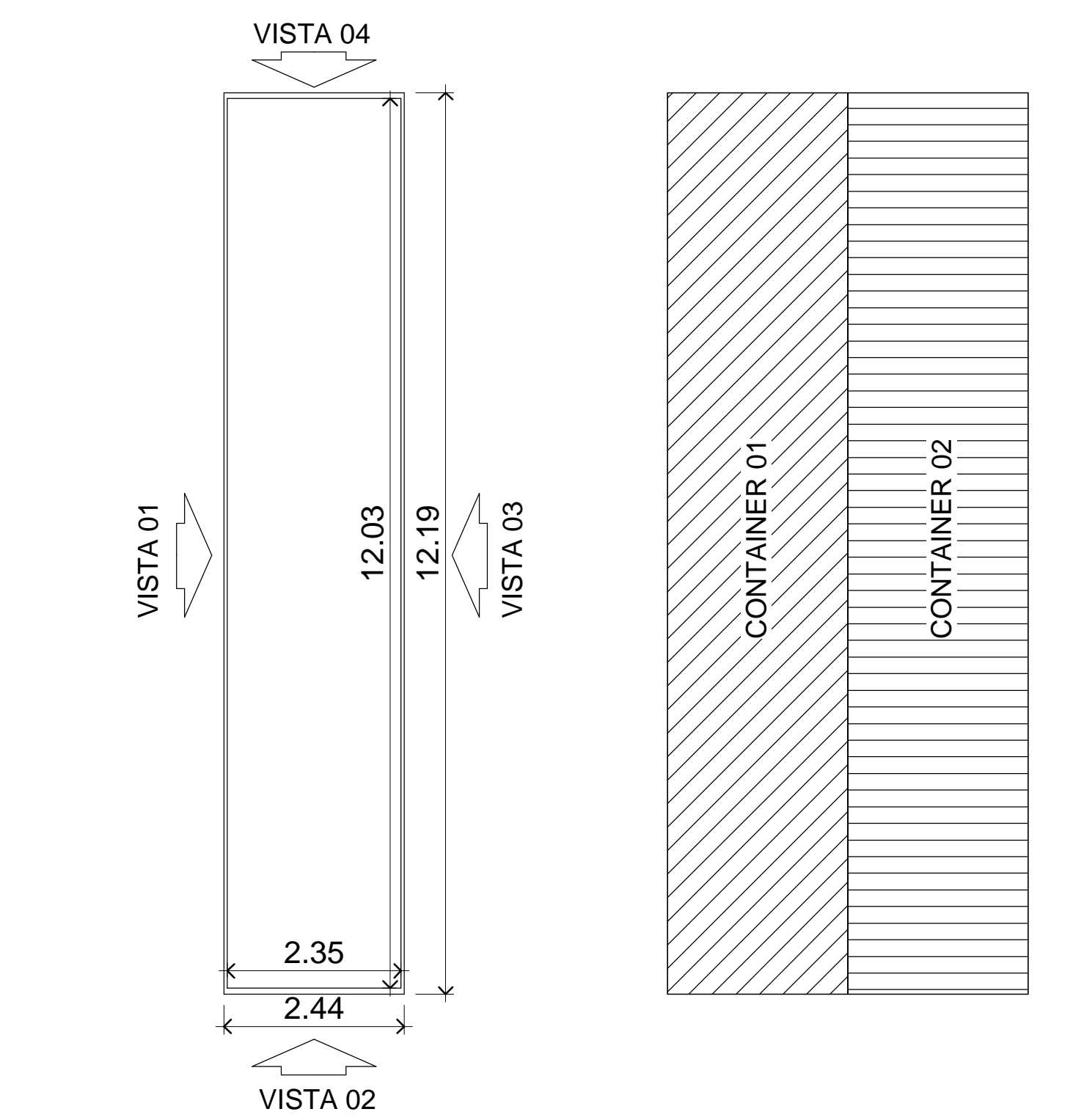
4 CORTE BB  
1:50



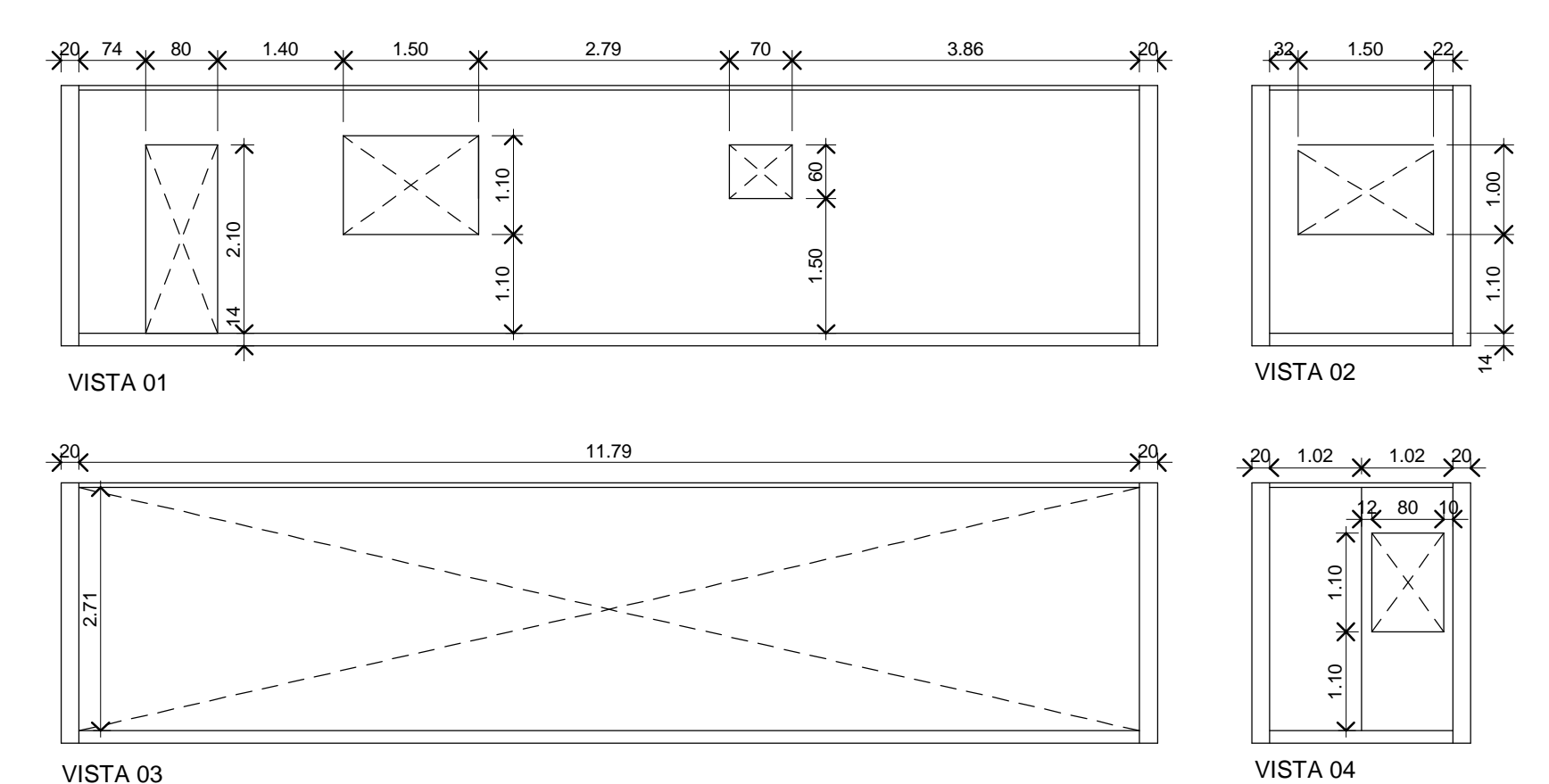
5 DIAGRAMA DE COBERTURA  
1:100



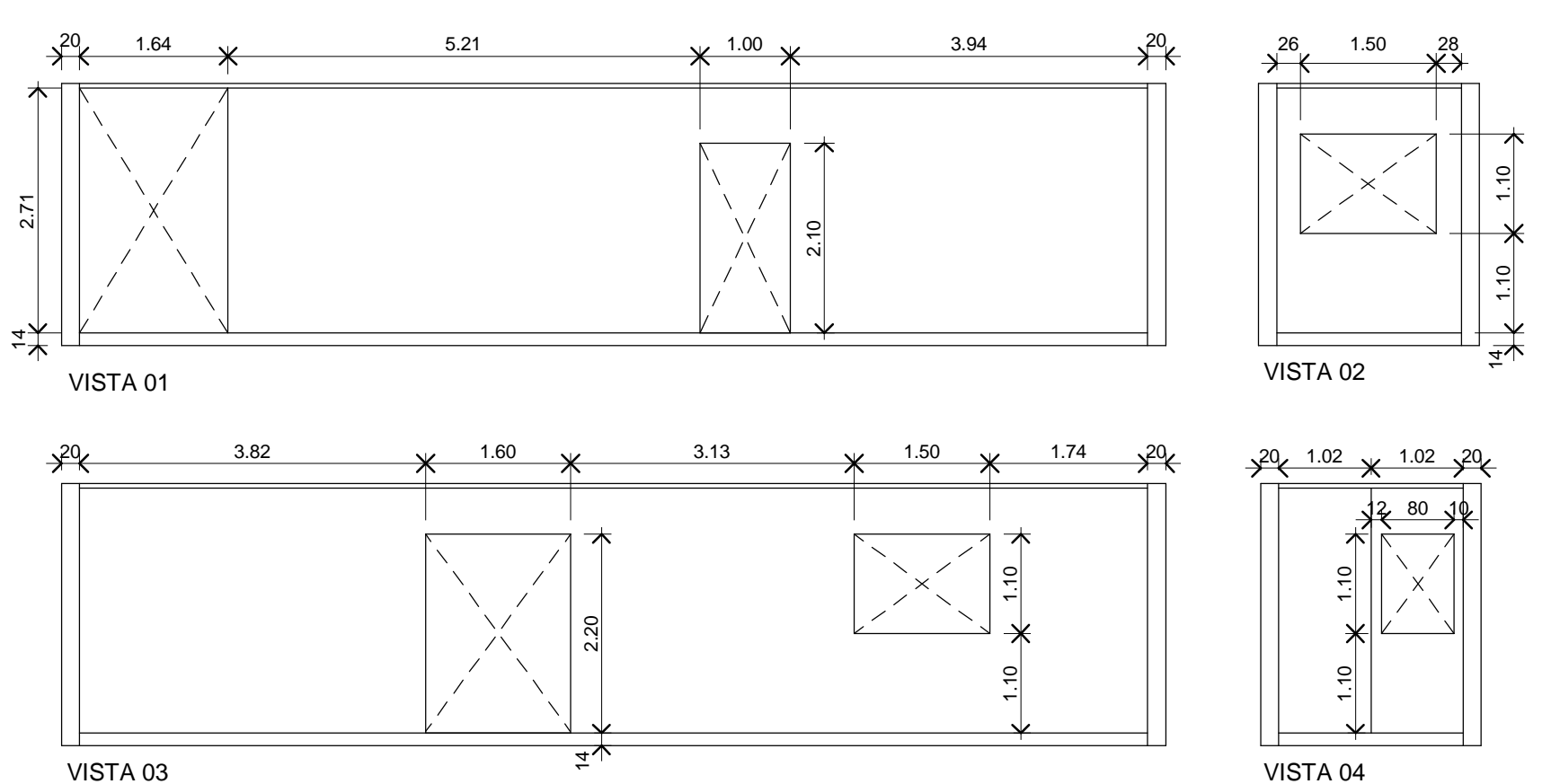
6 PLANTA DE SITUAÇÃO  
1:200



7 TAMANHO E DISPOSIÇÃO DOS CONTAINERS  
1:75



8 MARCAÇÃO DOS CORTES - CONTAINER 01  
1:75



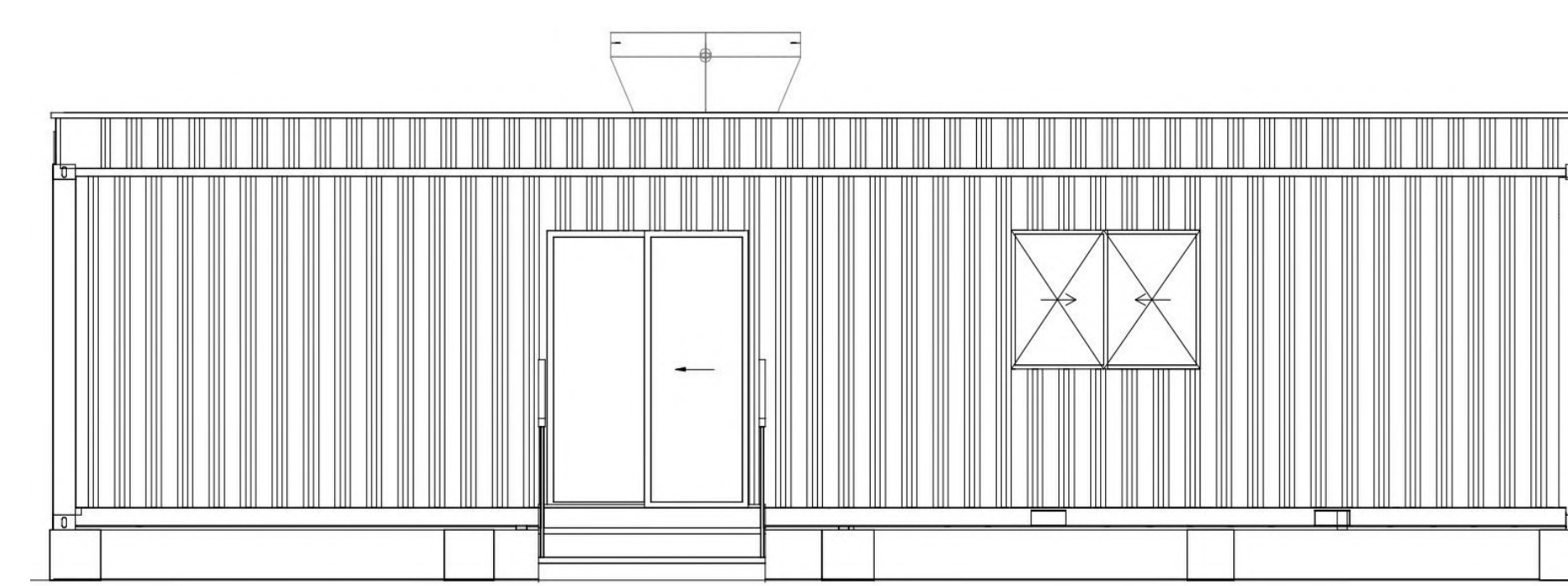
9 MARCAÇÃO DOS CORTES - CONTAINER 02  
1:75



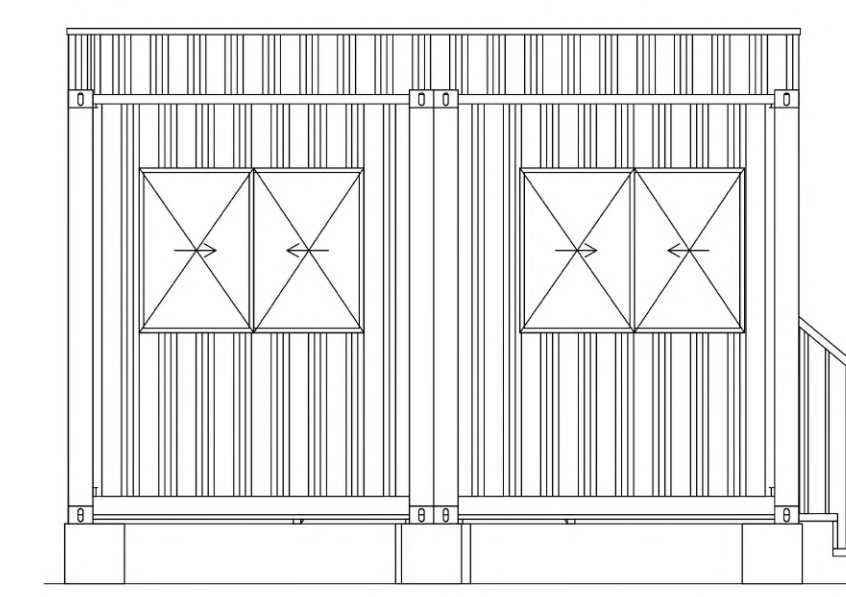
10 VISTA DA FACHADA FRONTAL RENDERIZADA  
Sem escala



11 VISTA DA FACHADA POSTERIOR RENDERIZADA  
Sem escala



12 VISTA LATERAL  
1:50



13 VISTA FRONTAL  
1:50

QUADRO DE ÁREAS INTERNAS	
AMBIENTE	ÁREA (m²)
SALA	14,14
COZINHA	5,27
BANHEIRO	3,38
ÁREA DE SERVIÇO	2,67
QUARTO 1	8,57
QUARTO 2	8,57
QUARTO 3	8,49
TOTAL	51,09

QUADRO DE PARÂMETROS URBANÍSTICOS	
ÁREA DO TERRENO	200,00 m²
ÁREA A CONSTRUIR	59,36 m²
ÁREA PERMEÁVEL	66,82 m²
TAXA DE OCUPAÇÃO	29,68%
TAXA DE PERMEABILIDADE	33,41%

QUADRO DE ESQUADRIAS						
COD.	QTD.	LARGURA (cm)	ALTURA (cm)	PEITORIL (cm)	TIPO	MATERIAL
J1	4	1,50	1,10	1,10	DE CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
J2	2	0,80	1,10	1,10	DE CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
J3	1	0,70	0,60	1,60	BASCULANTE	ALUMÍNIO E VIDRO
P1	1	1,60	2,20	-	DE CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
P2	1	0,80	2,10	-	DE GIRO	AÇO
P4	4	0,70	2,10	-	DE GIRO	MADEIRA

**UFPA** DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
NÚCLEO DE ENGENHARIA CIVIL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LARANJEIROS TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO:  
PROJETO HABITAÇÃO SOCIAL EM CONTAINER

AUTOR DO PROJETO:  
AMANDA FERNANDES DE MELO  
CLEITON LEONARDO DE CARVALHO

Nº DE MATRÍCULA:  
201720954  
201721110

CONTEÚDO  
PLANTA BAIXA, LAYOUT, CORTES, COBERTURA, SITUAÇÃO, VISTAS

ORIENTADORA  
PRISCILLA ABREU PEREIRA RIBEIRO

COORDENADOR  
IGOR JOSÉ MENDES LEMES

DATA: 20/02/2023

ESCALA: INDICADA

ÁREA: A = 59,36 m²

FOLHA: 01/01