

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

IGOR FROTTÉ PEDRO

**ECONOMIA CIRCULAR E A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO  
ACERCA DA REUTILIZAÇÃO DE CONTAINERS PARA A CONSTRUÇÃO DE  
EDIFICAÇÕES COMERCIAIS.**

Macaé

2022

IGOR FROTTÉ PEDRO

ECONOMIA CIRCULAR E A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO ACERCA DA REUTILIZAÇÃO DE CONTAINERS PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação submetida à Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Macaé como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(es):

Prof. D.Sc.Thiago Gomes de Lima

Macaé

2022

P372

Pedro, Igor Frotté

Economia Circular e a indústria da Construção Civil: um estudo acerca da reutilização de Containers para a construção de Edificações comerciais / Igor Frotté Pedro - Macaé, 2022.

96 f.

Orientador(a): Thiago Gomes de Lima.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico, Bacharel em Engenharia Civil, 2022.

1. Economia circular. 2. Containers. 3. Sustentabilidade. 4. Construção civil.  
I. Lima, Thiago Gomes de , orient. II. Título.

CDD 624

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)  
Biblioteca Central do Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé  
Bibliotecário: Anderson dos Santos Guarino CRB7 – 5280

IGOR FROTTÉ PEDRO

ECONOMIA CIRCULAR E A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO ACERCA DA REUTILIZAÇÃO DE CONTAINERS PARA A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação submetida à Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Macaé como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em Macaé, 13 de janeiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

*Rômulo Bernardo dos Santos*

---

Prof. M.Sc. Rômulo Bernardo dos Santos (UFRJ/Macaé)

*Beatriz Rodhen Becker*

---

Prof. M.Sc. Beatriz Rodhen Becker (UFRJ/Macaé)

*Thiago*

---

Prof. D.Sc. Thiago Gomes de Lima (UFRJ/Macaé)

## **AGRADECIMENTOS**

Durante o período de dedicação e esforço destinados à conclusão desse trabalho, pude contar com a ajuda de pessoas muito importantes para mim.

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família. Meus pais que sempre me apoiaram e fizeram o possível pra me dar apoio em minhas escolhas. Minha irmã que, com seu jeito de ser, me dava forças para lutar e atingir meus objetivos.

À minha grande amiga e companheira Juliana Torres por todo o carinho, conselho e companheirismo que foram cruciais para me manter motivado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Thiago Gomes de Lima, que me deu total apoio e esteve sempre disponível para me ajudar quando eu precisei, dedicando um bom tempo na correção e orientação do trabalho.

Aos meus amigos adquiridos durante minha formação que estavam do meu lado sempre que precisei.

A todos os meus professores da graduação que foram essenciais durante a minha jornada até aqui.

E por fim, a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para que eu atingisse essa meta tão importante.

“A persistência é o caminho do êxito”

**Charles Chaplin**

## RESUMO

O setor da construção civil possui uma grande importância para o desenvolvimento econômico de um país. No Brasil não é diferente, além de ser um dos setores com maior número de colaboradores, a construção civil ocupa uma parcela significativa da economia nacional. Porém, a geração de resíduos e os impactos ambientais ocasionados pelo setor são preocupantes. Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação dos princípios da economia circular durante a execução de uma edificação comercial, cujo principal método construtivo aplicado é baseado em containers marítimos reutilizados. Para tal, foi realizado um estudo de caso em uma empresa do setor de alimentos e bebidas localizada em Macaé-RJ. Com a utilização de uma abordagem qualitativa e exploratória, analisou-se a aplicação dos princípios da circularidade em todas as etapas do ciclo de vida da edificação. As etapas de planejamento e de execução da obra, pertencentes ao ciclo de vida de uma edificação, foram as mais afetadas pelas ações relacionadas à circularidade. Visando analisar a aceitabilidade e a percepção dos frequentadores da edificação, um questionário foi aplicado. As principais vantagens observadas foram a rapidez na execução da obra, a estética diferenciada e uma menor geração de resíduos. Pode-se observar uma maior reutilização de materiais, menor utilização de recursos naturais e uma menor geração de resíduos sólidos, evidenciando um grande potencial de circularidade.

**Palavras-chave:** Containers. Economia circular. Construção Civil. Sustentabilidade. Estudo de caso. Reutilização.

## **ABSTRACT**

All sectors of the building industry have a huge importance for a country's economic development. Brazil is not an exception. In addition to being one of the largest sectors and having the largest number of employees, the building industry occupies a significant portion of the national economy, although the construction waste generated by the business is a worrying problem. This academic project aims to analyze the circular economy's principles during the construction of a commercial building, whose construction method applied was the reuse of containers. For this analysis, a company in the food and beverage sector, located in Macaé-RJ, was chosen for a case study. Using a qualitative and exploratory approach, the use of circular economy's principles was analyzed at all stages of the building's life cycle. The construction planning and execution stages, belonging to the building's life cycle, were the most affected by actions related to circularity. In order to investigate the acceptability and perception of the building's visitors, a questionnaire was applied. The main advantages observed were a faster work execution, the differentiated aesthetics and a less waste generation. It was possible to observe greater reuse of materials, less use of natural resources and less generation of solid waste, showing a great potential for circularity.

**Keywords:** Containers. Circular Economy. Civil Construction. Sustainability. Case Study. Reuse.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferença entre os modelos econômicos. ....	20
Figura 2 - Benefícios da Economia Circular. ....	24
Figura 3 - Fluxo de materiais na construção civil ....	29
Figura 4 - Ciclo de vida de uma edificação ....	30
Figura 5 - Container Marítimo.....	32
Figura 6 - Porto com containers empilhados - RJ ....	34
Figura 7 - Container Open Top.....	35
Figura 8 - Container Dry Box.....	36
Figura 9 - Container Flat Rack ....	37
Figura 10 - Container Reefer ....	38
Figura 11 - Container Ventilated.....	39
Figura 12 - Container Ventilated.....	40
Figura 13 - Certificação IICL ....	43
Figura 14 - Ruptura lateral em um container.....	44
Figura 15 - Estrutura do container danificada ....	45
Figura 16 - Container com ferrugem nas laterais ....	45
Figura 17 - Container para atendimento médico provisório.....	47
Figura 18 - Containers no canteiro de obra ....	48
Figura 19 - Moradia familiar com container ....	49
Figura 20 - Casa-container no Brasil, localizada em Cotia, São Paulo.....	49
Figura 21 - Container comercial na Barra da Tijuca - RJ.....	50
Figura 22 - Loja container da Puma situada em Nova York – EUA.....	51
Figura 23 - Diferentes medidas dos tijolos cerâmicos.....	52
Figura 24 - Sistema construtivo tradicional.....	53
Figura 25 - Etapas da utilização do sistema construtivo com base em gesso acartonado.....	54
Figura 26 - Edificação baseada em container.....	56
Figura 27 - Corte da lateral de um container.....	57
Figura 28 - Diferença entre superfícies sem e com moldura.....	58
Figura 29 - Camadas de revestimento em estruturas baseadas em container.....	59
Figura 30 - Metodologia utilizada ....	61
Figura 31 - Mapa da localização do terreno ....	66
Figura 32 - Posicionamento dos containers.....	69

Figura 33 - Corte lateral do container.....	70
Figura 34 - Palco criado através da lateral cortada do container.....	70
Figura 35 - Coifa instalada na cozinha.....	71
Figura 36 - Local pronto para o funcionamento.....	72

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Aspectos da circularidade durante o ciclo de vida da edificação.....	31
Quadro 2 - Dimensões do container Open Top .....	35
Quadro 3 - Dimensões do container Dry Box .....	36
Quadro 4 - Dimensões do container Flat Rack.....	37
Quadro 5 - Dimensões do container Reefer .....	38
Quadro 6 - Dimensões do container Ventilated .....	39
Quadro 7 - Dimensões do container Tank.....	40
Quadro 8 - Relação entre os aspectos de circularidade e cada estágio do ciclo de vida da edificação.....	73
Quadro 9 - Cronograma de execução da obra .....	74
Quadro 10 - Investimento médio por container.....	75

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pesquisa com clientes sobre o conhecimento de lojas container .....	77
Gráfico 2 - Pesquisa com clientes sobre o principal atrativo da loja container.....	78
Gráfico 3 - Pesquisa com clientes sobre o principal ponto negativo da loja container .....	79
Gráfico 4 - Pesquisa com clientes sobre a aceitabilidade da loja container como um local de trabalho .....	80

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	15
1.2.1	Objetivo Geral .....	15
1.2.2	Objetivos Específicos .....	16
1.3	JUSTIFICATIVA .....	16
1.4	MOTIVAÇÃO .....	17
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1	ECONOMIA CIRCULAR.....	19
2.1.1	Modelo Econômico Atual.....	19
2.1.2	Modelo de Economia Circular.....	20
2.1.3	Princípios da Economia Circular .....	22
2.1.4	Política Nacional de Resíduos Sólidos .....	23
2.1.5	Benefícios da Economia Circular .....	24
2.1.6	Consumo Consciente .....	25
2.1.7	Preocupação Empresarial.....	26
2.1.8	Certificações Importantes .....	26
2.1.9	Reutilização.....	27
2.2	ECONOMIA CIRCULAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	27
2.2.1	Importância da Economia Circular na Construção Civil.....	28
2.2.2	Economia Circular e o ciclo de vida de uma Edificação .....	30
2.3	CONTÊINERES E SEU USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	32
2.3.1	Fatores Históricos .....	33
2.3.2	Portos e Navios .....	34
2.3.3	Tipos de Containers .....	35
2.3.4	Fatores Econômicos.....	40
2.3.5	Acúmulo de Containers em Macaé.....	40
2.3.6	Containers Na Construção Civil .....	41
2.3.7	Reuso de containers .....	42
2.4	EDIFICAÇÕES BASEADAS EM CONTAINERS .....	46

2.4.1	Tipos de edificações .....	46
2.4.2	Sistemas Construtivos.....	51
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>60</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>63</b>
4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA .....	63
4.2	RESULTADOS .....	64
4.2.1	Análise do terreno.....	65
4.2.2	Projeto.....	66
4.2.3	Execução da obra.....	68
4.2.4	Princípios da Economia Circular encontrados no ciclo de vida da edificação .....	72
4.2.5	Cronograma Final .....	73
4.2.6	Investimento total .....	74
4.2.7	Avaliações.....	75
4.2.8	Aplicação do Questionário .....	76
<b>5</b>	<b>DISCUSSÕES DOS RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
5.1	RECOMENDAÇÕES .....	82
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>83</b>
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	84
6.2	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	84
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXO B.....</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXO C.....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO D.....</b>	<b>95</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo o tema será introduzido, realçando a sua importância, assim como os objetivos gerais e específicos do trabalho. Além de apresentar a justificativa de escolha do tema e a motivação para a sua realização. Ao final está a estrutura do trabalho, contendo uma breve informação sobre as futuras sessões.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Atualmente, a utilização de recursos naturais de forma desenfreada e irrestrita vem sendo uma preocupação cada vez maior em nossa sociedade. Os resíduos gerados ano após ano vem crescendo e isso tende a piorar frente ao crescimento da população mundial.

Analisando o cenário atual de utilização dos recursos naturais, onde temos como base a extração, transformação, uso e descarte de recursos (economia linear), a necessidade de extração é de 65 bilhões de toneladas por ano, porém, apenas 7% são oriundos da reciclagem. A estimativa populacional para o ano de 2050 é de 9,6 bilhões de pessoas, e com isso, a extração de recursos exigida seria de 186 mil milhões de toneladas, diante disso, se torna urgente e extremamente necessário que debatamos sobre o quadro atual da economia e como podemos otimiza-lo (Grupo Interministerial Economia Circular, 2017).

No que se refere aos resíduos gerados pela construção civil, a sua parcela em relação ao total de resíduos sólidos produzidos no mundo é considerável e varia de país para país. Com base em Tam, Kotrayothar e Loo (2009), a relação entre os resíduos da construção civil e os resíduos sólidos totais é de 68% na Austrália. Já na União Europeia, 22% do volume total de resíduos sólidos urbanos é composto por resíduos da construção civil (BARROS; JORGE, 2008). Segundo Esa, Halog e Rigamonti (2017), anualmente na Índia, são gerados 14,5 milhões de toneladas referentes a esses resíduos, e na Malásia 20 milhões.

A mudança da economia linear, utilizada atualmente em larga escala, para a economia circular pode gerar diversos benefícios. Tomando como base a União Europeia, é esperado que, até 2030, sua economia cresça até 7% do produto interno bruto (PIB) com investimentos na economia circular. O consumo de matérias-primas reduziria em 10% e a emissão de CO<sub>2</sub> por ano seria 17% menor (BERARDI, 2018).

Dada a importância desse tema, muitos pesquisadores estão realizando estudos com o objetivo de entender e apontar os fatores relacionados ao uso da economia circular na construção civil.

Barboza (2019) apresenta a “Aplicação da Economia Circular na Construção Civil” visando analisar, baseado nos tipos de resíduos gerados, a aplicação da economia circular na indústria da construção civil. Como percurso metodológico, uma pesquisa bibliográfica e uma análise descritiva foram realizadas, constatando-se que a aplicação dos conceitos da economia circular no setor estão crescendo e representam forte tendência à sustentabilidade.

Paschoalin Filho (2019), em seu estudo sobre a eficiência das Usinas de Reciclagem de Entulho relacionadas aos resíduos provenientes da construção civil, apresenta uma discussão referente ao papel dessas usinas na aplicação dos conceitos da economia circular no setor. A metodologia empregada foi de estudos de caso em sete usinas de reciclagem de entulho localizadas em São Paulo, entrevistas com seus gestores e engenheiros atuantes no mercado da construção civil. Concluiu-se que essas usinas, apesar de apresentarem limitações em diferentes esferas, possuem um grande potencial na promoção da economia circular.

Para Miara (2019) que desenvolveu um estudo intitulado “Gerenciamento de resíduos da construção com BIM para uma economia circular: uma estrutura conceitual” cujo foco é, através da modelagem da informação da construção (BIM), apoiar a construção de edifícios mais sustentáveis. Baseado na revisão bibliográfica da literatura existente e em um questionário distribuído para arquitetos e engenheiros de Curitiba, constatou-se que ao estimar o desperdício gerado, era possível uma melhor visualização e exploração de possíveis medidas corretivas com o intuito de minimizar seus danos. Como resultado foi possível perceber que a implementação da estrutura proposta garante a redução da aplicação de novos materiais, assim como uma melhor eficiência em seu uso. Além de impulsionar as práticas da economia circular relacionadas à gestão de resíduos no setor da construção civil.

Frente à importância dos estudos no universo da economia circular, o presente trabalho pretende explorar a transformação do modelo econômico fundamentado no sistema linear para um sistema circular no setor da construção civil, tendo como base o estudo da utilização de containers na construção de edificações comerciais.

## 1.2 OBJETIVOS

Nessa seção serão apontados o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar um modelo de negócio circular junto à possibilidade da utilização de containers reciclados para a construção de edificações comerciais.



Portanto, foi realizado um estudo de caso numa empresa do setor de alimentos e bebidas no município de Macaé no estado do Rio de Janeiro.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- I. Compreender o conceito de economia circular;
- II. Analisar a indústria da construção civil com base na sua geração de resíduos, impacto ambiental e sustentabilidade;
- III. Identificar as boas práticas no âmbito mundial referentes ao setor da construção civil que contribuem para um sistema circular;
- IV. Estudar a utilização de containers reciclados para a construção de edificações comerciais.
- V. Apresentar o estudo de caso realizado em uma hamburgueria, no município de Macaé - RJ, que possui como base a utilização de containers reutilizados.
- VI. Verificar a aceitação desse modelo de edificação frente à população da cidade através de um questionário distribuído aos clientes da hamburgueria
- VII. Apresentar propostas de melhoria na utilização da economia circular relacionado ao uso de containers na construção civil.

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

O setor da construção civil gera um grande impacto ao meio ambiente devido ao seu processo de execução, desde a obtenção do material, utilização do mesmo na obra e também do seu descarte seja por consequência de sua demolição ou desmontagem. A utilização de água e energia durante todo o processo de construção, uso e manutenção da edificação é outro fator que contribui com esse impacto ambiental (AGOPYAN, 2011).

Segundo Constante (2009), o cenário atual da construção civil valoriza cada vez mais a utilização de sistemas construtivos inovadores que prezam pela sustentabilidade, sendo uma tendência crescente no mercado, visto que, consumidores, investidores, associações e governos estimulam e exigem que as empresas desse setor incorporem, em suas atividades, práticas sustentáveis.

Os métodos construtivos tradicionais utilizam como matérias-primas alvenarias, cimento, água e agregados, já o método com base em containers não necessita do seu uso, reduzindo a geração de resíduos sólidos e também proporcionando uma obra mais limpa (DOMINGOS, 2014).

Devido à necessidade da utilização de materiais de baixo custo e sustentáveis, e à quantidade excedente de containers descartados que poderiam ser reaproveitados, a utilização de containers na construção civil vem se tornando cada vez mais comum nos últimos anos nos diferentes locais do mundo (RODRIGUES, 2015).

Além disso, os contêineres são elementos altamente moduláveis, de fácil manejo e adaptação, o que permite que sejam elaborados vários tipos de configurações e modelos de plantas residenciais e comerciais, e seu *design* metálico padrão propicia um aspecto arquitetônico mais moderno e inovador (RODRIGUES, 2015). Essa característica de fácil manejo e adaptação pode ser muito bem explorada quando referenciada as edificações comerciais devido a possibilidade de posicionamento em diferentes locais estratégicos de acordo com o plano de logística da empresa.

#### 1.4 MOTIVAÇÃO

A escolha do tema se deve pelo grande interesse que o autor apresenta pela busca de métodos que possibilitem a diminuição dos danos causados pelo trabalho humano na natureza.

Espera-se que a consciência ambiental seja praticada por todas as pessoas em suas diferentes áreas de atuação. No setor da construção civil esse fator se torna indispensável, já que possui um grande volume de resíduos gerados.

A busca pelo equilíbrio entre a obtenção de lucro, utilizando os recursos naturais, e a responsabilidade social e ética das instituições também vem desempenhando um papel fundamental.

Diante disso, a implementação da economia circular focada na reutilização de containers na construção civil pode ser uma ferramenta para as empresas atenderem as necessidades do mercado, já que podem proporcionar uma infraestrutura agradável e com baixo custo, além de estarem alinhadas com a preocupação ambiental.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho será estruturado em seis capítulos que serão listados a seguir:

No primeiro capítulo é apresentado o tema a ser abordado durante todo o trabalho, assim como a sua importância, objetivo, justificativa, metodologia aplicada e estrutura.

No segundo capítulo, a partir do levantamento bibliográfico, é feita uma contextualização da Economia Circular, o seu uso relacionado ao setor da construção civil e a utilização dos containers como um método construtivo.

Em seguida, temos o terceiro capítulo, onde a metodologia utilizada para a realização de toda a pesquisa é apresentada, assim como os passos que foram dados para a realização do estudo de caso, coleta e análise dos dados.

No quarto capítulo, as informações relacionadas ao estudo de caso são expostas. A empresa escolhida é apresentada, assim como os resultados do estudo realizado.

No quinto capítulo, os resultados obtidos anteriormente são analisados e discutidos com base no levantamento bibliográfico realizado anteriormente.

Por fim, no sexto capítulo, temos a conclusão do estudo, onde os objetivos são respondidos e é feita uma análise geral do estudo e das suas conclusões.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção pretende-se listar todo o referencial teórico referente ao estudo e coleta de informações necessárias para a realização deste trabalho.

### **2.1 ECONOMIA CIRCULAR**

A preocupação mundial em manter uma economia próspera causando o menor dano possível à natureza é algo que vem sendo estudado em ampla escala atualmente. O conceito de Economia Circular vem se mostrando um ótimo caminho para alcançar esse objetivo. Este capítulo busca esclarecer o que é e quais são os principais princípios que colaboram com essa afirmação.

#### **2.1.1 Modelo Econômico Atual**

O modelo linear é utilizado como base da economia mundial desde a Revolução Industrial. Seu processo consiste na extração, produção e descarte da matéria prima com pouca ou nenhuma preocupação com a reciclagem (FISKEL, 2009). Devido à disponibilidade limitada dos recursos presentes na natureza, a utilização desse modelo está comprometida.

Baseando-se em projeções futuras, a disponibilidade de recursos naturais para as futuras gerações estará totalmente comprometida se os níveis de produção e consumo adotados atualmente forem mantidos (UNEP, 2011).

O descarte indevido é outro fator preocupante relacionado ao modelo atual, por apresentar perigo crescente para os ecossistemas e para os indivíduos que residem próximos aos locais de descarte, incluindo os seres humanos. Segundo Abrelpe (2022), no Brasil, no ano de 2022, aproximadamente 39,5% de todos os resíduos sólidos urbanos tiveram fim através do descarte inadequado, em lixões e aterros controlados, configurando um preocupante quadro de poluição ambiental. Com isso, fica evidente que mesmo que o descarte inadequado de resíduos traga consequências negativas graves, uma parte considerável ainda é realizada de forma inapropriada.

Outro problema, relacionado ao descarte de materiais, é a perda de matéria prima que poderia ser utilizada de alguma forma, mas é descartada como resíduo. Nesse caso, temos um desperdício energético, tanto relacionado aos recursos utilizados para a produção desse material que foi descartado, quanto à energia empregada nos processos de transporte, estoque e logística (EMF, 2012).

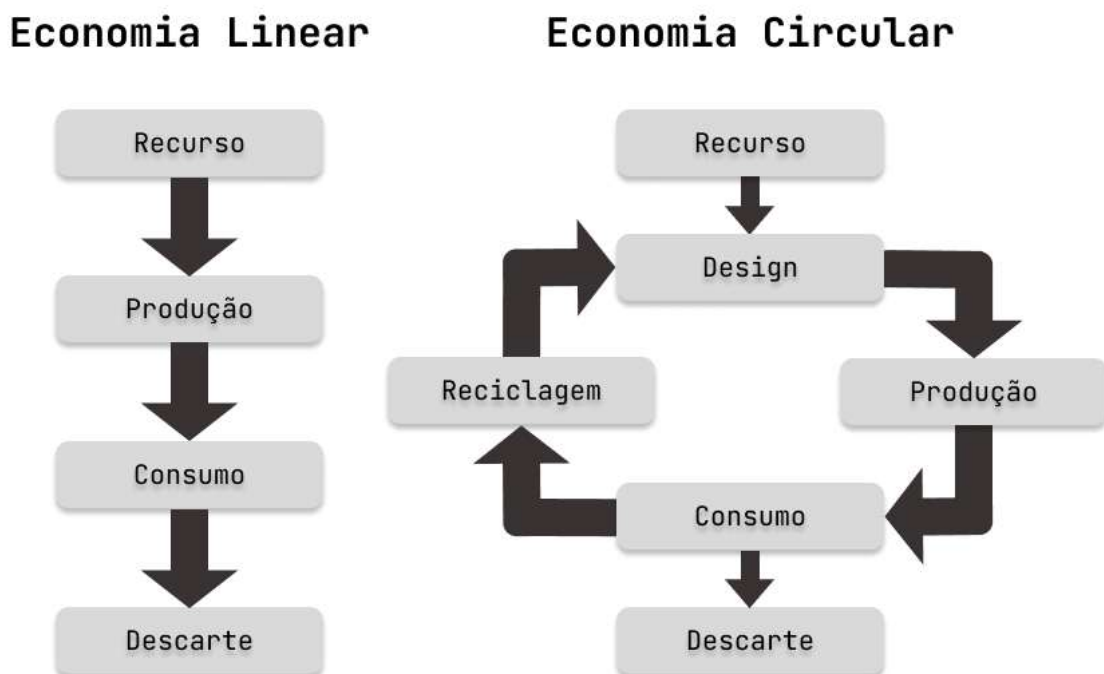
Diante disso, fica evidente a necessidade de uma nova abordagem do modelo de desenvolvimento econômico adotado, assim como uma nova visão das empresas e do estado que coloquem a preocupação ambiental e a racionalização de recursos no centro das discussões. Um grande candidato para satisfazer essas demandas é a implementação da Economia Circular, veremos mais sobre esse modelo nos tópicos a seguir.

### 2.1.2 Modelo de Economia Circular

Para Berndtsson (2015), o modelo de Economia Circular tem a ambição de reformar e substituir o modelo econômico linear utilizado, visando diminuir o uso dos recursos naturais extraídos e a produção de resíduos gerados. Nessa proposta, o processo produtivo passa a ser remodelado dentro de um conceito circular, onde os recursos, que inicialmente são extraídos da natureza, se tornam ativos produtivos que entram nesse ciclo e são permanentemente reciclados e reutilizados dentro da cadeia produtiva (BONCIU, 2014).

As diferenças entre o modelo de Economia Linear e o modelo de Economia Circular podem ser observadas através da Figura 1:

Figura 1 - Diferença entre os modelos econômicos.



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Bonciu (2014).

Para Bonciu (2014), a Economia Circular se faz presente em uma cadeia produtiva quando seus *outputs* se tornam seus *inputs*. Ou seja, o método cíclico fundamentado pelo reuso e pela reciclagem tomaria o lugar do padrão atual baseado em “extrair, produzir e descartar” no que se refere à organização da produção e trazendo uma vida útil consideravelmente maior aos produtos e recursos utilizados em sua fabricação, podendo ser reutilizados na produção do mesmo produto ou de produtos distintos.

Segundo Ellen MacArthur Foundation (2014), a Economia Circular é um modelo inspirado no funcionamento da Natureza e possibilita refletir sobre as atuais práticas econômicas da nossa sociedade. Para sua implementação é imprescindível o uso de inovações e design de produtos e sistemas. O planejamento inicial precisa estar alinhado ao princípio de “fechar o ciclo de vida” dos produtos, promovendo um quadro de desenvolvimento sustentável com menor consumo de matérias-primas, energia e água e menor geração de resíduos.

Conforme Bonciu (2014), os processos, serviços e produtos precisam ser planejados com o intuito de serem mais duráveis, reutilizáveis e atualizáveis, para possibilitar uma futura reciclagem pela própria indústria ou por outras. Dessa forma, a principal diferença entre a Economia Linear e a Economia Circular está no fato que a Economia Circular se preocupa em projetar e produzir bens que possuem um ciclo de vida mais longo junto à possibilidade de uma futura restauração, reutilização ou atualização.

Pelo fato de ocorrer uma maior reutilização de materiais, a Economia Circular proporciona o desenvolvimento de novas relações entre as empresas, onde estas se tornam, ao mesmo tempo, consumidoras e fornecedoras dos materiais que são reaproveitados no ciclo produtivo (EMF, 2012).

Seguindo essa linha de raciocínio, de acordo com Pomponi and Moncaster (2017), a utilização de bens que chegaram ao final de sua vida útil como insumos para outras empresas é a essência da Economia Circular, pois promovem o fechamento do ciclo desses materiais dentro dos ecossistemas industriais, diminuindo o desperdício. Através disso, a adoção da Economia Circular trará uma redução de até 70% nas emissões de gases do efeito estufa e aumentará a economia de baixo carbono final.

Para Ellen MacArthur Foundation (2015), a Economia Circular procura desvincular a ideia de o desenvolvimento econômico necessitar um consumo cada vez maior de recursos finitos. O crescimento econômico, a redução de impactos ambientais, o desenvolvimento tecnológico e a criação de empregos, estão diretamente relacionados à utilização desse modelo.

### 2.1.3 Princípios da Economia Circular

Segundo Suarez-Eiroa *et al.* (2019), as três principais estratégias teóricas referentes à Economia Circular são: diminuir as entradas de matérias-primas e as saídas de resíduos; manter o valor do material processado o maior tempo possível dentro do sistema; ao atingir o fim de sua vida útil, os produtos são incorporados novamente ao sistema.

Com o objetivo de viabilizar a implantação da Economia Circular, a EMF (2012) menciona alguns princípios, relacionados aos sistemas biológicos, que podem ser resumidos como:

Planejar com o intuito não gerar detritos (*design out waste*): Ao estudar o meio ambiente e seus processos naturais, podemos constatar que não existe a ideia de desperdício. Sempre que algo é descartado por algum organismo, é aproveitado por outro. Sendo assim, surge a percepção de que o conceito de resíduo é uma criação humana, e podemos desconstruir essa ideia evoluindo o processo de planejamento dos produtos e sistemas objetivando emular sistemas naturais, onde os materiais escolhidos e fabricados possam ser totalmente reaproveitados ao final de sua vida útil, divergindo das alternativas de reciclagem atuais, cujos produtos não foram projetados com esse devido cuidado.

Estímulo à diversidade promovendo a resiliência: A resiliência de um ecossistema (capacidade de se adaptar às diversidades mantendo suas principais características) é maior à medida que são mais diversificados. Em paralelo, podemos relacionar os produtos tecnológicos, que estarão mais aptos a ter uma vida útil maior conforme forem projetados com versatilidade, adaptabilidade e modularidade. Essas características divergem do padrão de produção atual onde predominam a padronização promovida pela produção em massa e pela propaganda.

Forma sistêmica de pensamento: a Economia Circular sugere que exista uma compreensão de funcionamento sistêmico, ou seja, com diferentes partes inter-relacionadas, onde cada elemento não se restringe apenas ao seu propósito inicial, mas sim ao todo. A principal ideia é analisar e planejar como cada parte se relaciona com as outras e como estas se relacionam com o sistema, principalmente quando relacionadas aos fluxos de matérias-primas e energia.

Uso racional dos recursos naturais: Caso não seja possível promover a redução do consumo de um determinado material, ou a reutilização de um produto descartado, deve-se

aderir ao uso em cascata dos materiais, onde o produto pode ter sua utilização ampliada nas diferentes esferas do sistema, permanecendo o maior tempo possível na economia.

Fluxos de sistemas conectados (“waste is food”): Promover a recuperação e reutilização de produtos, subprodutos e resíduos de uma parte do sistema por outras. Para isso, o "upcycling", processo de reutilização de produtos aparentemente inúteis assegurando a manutenção e agregando valor, deve fazer parte do sistema. Traçando um paralelo com o sistema biológico, a compostagem de restos de comida para ser usada futuramente como fertilizante é um exemplo desse conceito. Trazendo para os sistemas tecnológicos, a inovação com o intuito de descobrir e proporcionar um novo uso para materiais reciclados é outro exemplo.

#### **2.1.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos**

Para Suarez-Eiroa et al. (2019), a Economia Circular, na última década, tem despertado o interesse dos órgãos regulatórios e legislativos ao redor do mundo. Segundo os autores, a Diretiva 2008/98/CE iniciou o pacote referente à Economia Circular na Europa. Já na China, no ano de 2008 foi instituído o plano de desenvolvimento nacional, afirmando essa tendência como uma medida adotada por cada vez mais nações.

No que se refere ao Brasil, poucos anos depois, em agosto de 2010, a Lei Federal 12.305 entrou em vigor. Segundo Brasil (2010), a política nacional de resíduos sólidos se aplica às pessoas físicas e jurídicas, que possuem responsabilidade relacionada à geração de resíduos sólidos, de forma direta ou indireta, e que desenvolvam ações referentes ao gerenciamento desses resíduos.

Conforme Brasil (2010), O próprio texto da lei 12.305/10 elucida o conceito de Responsabilidade Compartilhada:

“Responsabilidade Compartilhada - O conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.”

A fase de gestão dos resíduos anterior ao descarte passa a ter maior relevância, focando na redução da geração de resíduos, seu reaproveitamento e a reciclagem do material. Outro ponto de destaque é o design dos produtos, que passam a ter um maior planejamento voltado à

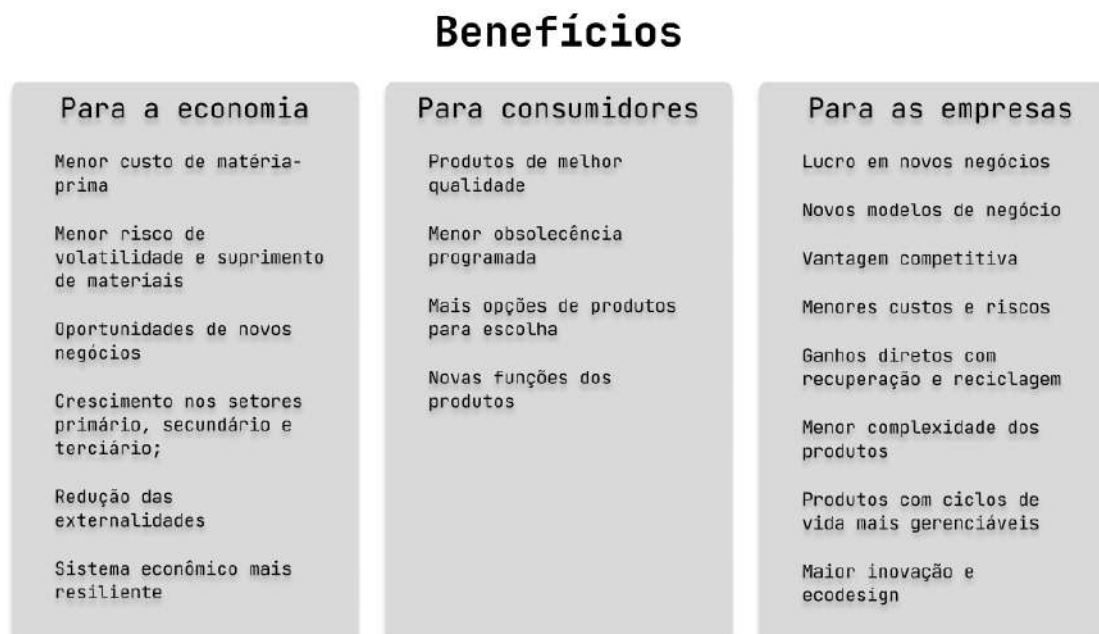


facilitar a sua reutilização, dentro da cadeia produtiva, ao chegar no final de sua vida útil. Os profissionais responsáveis pela coleta seletiva, reciclagem de produtos e logística envolvida neste meio, devem ser integrados ao processo (BRASIL, 2010).

### 2.1.5 Benefícios da Economia Circular

Para a EMF (2012), a implantação da Economia Circular beneficiará vários campos da cadeia de produção. Suas vantagens abrangem principalmente três setores: A economia, as empresas e os consumidores (Figura 2).

Figura 2 - Benefícios da Economia Circular.



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Ellen MacArthur Foundation (2012).

Para Luz (2017), a Economia Circular estabelece uma nova forma de relação entre as empresas, influenciadas não somente por uma responsabilidade maior dos empresários, mas também vinculadas ao lucro da empresa. O desempenho dos produtos e serviços oferecidos ao consumidor passa a ser o principal foco empresarial, relacionados à área de reutilização e renovação nas linhas produtivas. O produtor passa a desempenhar o papel de usuário de produtos reaproveitados de outras empresas, através de contratos e serviços.

O modelo econômico da Economia Circular propõe novas oportunidades de negócio, preservação e aumento do capital natural, trabalho colaborativo, além de exercer uma significativa contribuição para a sustentabilidade econômica, ambiental e social (MONTEIRO, 2018).

Uma extensa rede de relações e colaborações entre as indústrias de diferentes campos econômicos, consumidores e representantes públicos será necessária. Esse aspecto aponta que a Economia Circular precisa de uma profunda mudança na educação, nos valores sociais e no comportamento dos consumidores e produtores (BONCIU, 2014).

Com o passar dos anos, o significado de ser sustentável estava cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, percebeu-se então, que o crescimento desenfreado do consumo e as suas tendências eram insustentáveis, caracterizando uma necessidade de contenção e redução, principalmente nos países com maior índice de desenvolvimento. O consumismo não está isento de consequências, já que em um planeta finito, definir sucesso e felicidade através de quanto uma pessoa consome não é sustentável (ASSADOURIAN, 2010).

### **2.1.6 Consumo Consciente**

De acordo com Portilho (2010), a preocupação ambiental com o consumo foi difundida principalmente a partir da Rio92, porém sua execução e consciência são mais recentes. Nesse momento percebeu-se que a principal barreira para o desenvolvimento sustentável é o consumo elevado, que muitas das vezes não possui uma real necessidade.

A discussão e conceituação do termo Consumo Consciente, também conhecido como consumo sustentável, consumo verde, consumo responsável, entre outros, ficou cada vez mais presente na sociedade e a busca por produtos e metodologias para atender a esses fatores apresentou um aumento considerável. Nessa linha, Young et. al (2010) destacam que nos últimos anos aumentou o número de pesquisas acadêmicas que abordam a mudança no comportamento de compra de produtos verdes e sustentáveis.

O conceito de consumo consciente é complexo e é abordado de maneira diferente por diferentes autores. Porém, é possível encontrar características em comum, que definem os principais objetivos, como: Atender às necessidades do consumidor como ser-humano; acrescentar para a formação de uma boa qualidade de vida; possuir consciência coletiva pensando nas gerações futuras; minimizar o uso de recursos, lixo e poluição;

Portanto, com a mudança de pensamento e o aumento da procura por produtos que atendam esses requisitos, as empresas foram modificando o seu processo de produção e priorizando modelos mais sustentáveis.

### **2.1.7 Preocupação Empresarial**

O desempenho da empresa em relação à sociedade em que atua e ao impacto ambiental que gera, tornou-se uma parte crucial na avaliação de seu desempenho geral e de sua capacidade de continuar a operar de forma eficaz. A necessidade de assegurar a igualdade social, boa governança organizacional e um ecossistema saudável também possuem importante papel (INBS, 2022).

Segundo o INBS (2022), no longo prazo, todas as atividades das empresas mundiais dependem da saúde dos ecossistemas do mundo. As partes interessadas das organizações estão mais presentes e vem exigindo critérios mais rigorosos a serem seguidos pelas organizações. Alguns fatores afetam diretamente na percepção e na realidade do desempenho em responsabilidade social da organização, gerando assim: Vantagem competitiva; Maior capacidade de atrair e manter colaboradores, sócios e acionistas; Manutenção do compromisso, da produtividade e da moral de seus colaboradores; Melhor relação com governos, empresas, mídia, investidores, doadores e patrocinadores;

Para assegurar e definir quais empresas poderiam receber a classificação de sustentável, seja por seu processo de produção, por seu cuidado com a obtenção da matéria prima para seu produto ou até por respeitar as determinações para o descarte correto de seus resíduos, foram criados certificados sustentáveis que nos últimos anos vem sendo alvo de empresas nos diferentes ramos de atuação. A empresa da construção civil também apresenta essa característica.

### **2.1.8 Certificações Importantes**

Nas últimas décadas, as certificações vêm alcançando um patamar de destaque no mercado devido a necessidade das organizações de atender às novas demandas por produtos ambientalmente corretos. Nesse aspecto, a indústria da construção civil vem adotando cada vez mais esse instrumento de avaliação, como forma de validar e reconhecer seus esforços por edificações sustentáveis.

Até o ano de 1970, as questões relacionadas aos impactos causados ao meio ambiente eram determinadas por regulamentações e decretos, em sua grande maioria de forma a obrigar as organizações a seguir os padrões e limites de emissões estipulados e aceitos pelos agentes poluidores. As abordagens do problema começaram a ser realizadas de forma isolada por alguns

países, com a intenção de rotular produtos que agredissem menos o meio ambiente, surgiram então, os selos verdes (VALLE, 2009).

Sendo assim, as organizações que possuísem um rótulo dessa categoria sustentável eram identificadas imediatamente como merecedoras da preferência do consumidor e de acionistas, sendo então, considerado um poderoso instrumento de mercado. Dessa forma, selos verdes foram desenvolvidos por diversos países do primeiro mundo, sendo o primeiro introduzido na Alemanha em 1978, denominado de Anjo Azul (VALLE, 2009).

Com o passar dos anos, outras certificações foram criadas. Na indústria de construção civil não foi diferente, diversos tipos de certificações foram criados com o intuito de amenizar os efeitos do contato humano no meio ambiente, principalmente em setores que, assim como o da construção civil, possuem um grande impacto. As principais certificações nesse ramo são: LEED, Aqua, Procee Edifica e Selo Azul da Caixa.

Um dos fatores que favorece a organização a receber um desses certificados é o reuso de materiais. Caracterizado pela reutilização de um material, que seria considerado como descarte, dentro ou fora do mesmo processo industrial.

### **2.1.9 Reutilização**

A utilização de containers na indústria da construção civil, por se tratar da reutilização de unidades de cargas cujo papel era transporte de mercadorias, pode ser configurada como reuso de material. Já que este é considerado descarte e não exerce mais a função que foi planejado para realizar.

Para Moxon (2012), o material utilizado para o design arquitetônico afeta o conjunto da obra, exprimindo parte da sua essência ao projeto. Com isso, ao se tratar de uma arquitetura baseada no uso de containers, além do fator ambiental quando nos referimos ao reuso de materiais que seriam descartados, o seu design arquitetônico apresenta um diferencial em relação aos demais meios construtivos mais comuns.

## **2.2 ECONOMIA CIRCULAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Segundo Barreto (2005), o setor de construção civil é um dos principais responsáveis pelos impactos ambientais que marcam a nossa existência no planeta. Tanto na extração das matérias-primas que são necessárias para a produção de componentes, também na execução dos serviços nos canteiros de obra e por fim na destinação final dos resíduos gerados. Tudo isso

acaba ocasionando grandes alterações na paisagem e um grande prejuízo ao bem estar de todos os seres que são afetados de forma direta ou indireta.

Segundo Edwards (2009), a população mundial estimada em 2050 será de 10 bilhões de habitantes no planeta, o que vai gerar um grande consumo dos recursos naturais, afetando diretamente o meio ambiente. Pensando nisso, os projetos de edifícios/estabelecimentos precisam sofrer mudanças visando a diminuição desse impacto. A reutilização de resíduos é uma alternativa eficiente.

O Brasil enfrenta um grande problema ocasionado pelos resíduos sólidos da construção civil, devido a sua disposição irregular que gera problemas ambientais, estéticos e de saúde pública, além de sobrecarregar os sistemas de limpeza municipal (IPEA, 2012).

Os resíduos da construção civil no Brasil chegam a representar até 70% de todos os resíduos sólidos urbanos gerados (Ministério do Meio Ambiente, 2002). Diante disso, observa-se uma busca por métodos de construção civil que levam em consideração a sustentabilidade. A reutilização de contêineres marítimos para a fabricação de edificações residenciais/comerciais pode ser considerada uma alternativa sustentável promissora.

Segundo Romano et al. (2014), a reutilização do contêiner na construção civil tem grande importância principalmente porque evita o desperdício do material e, também, o seu indevido descarte no meio ambiente. Essa prática contribui para a sustentabilidade da construção reduzindo o uso de recursos naturais em sua execução e a quantidade de resíduos gerados, sem contar que a utilização de água para a realização desse método construtivo é muito inferior se comparada aos métodos mais utilizados atualmente no mercado.

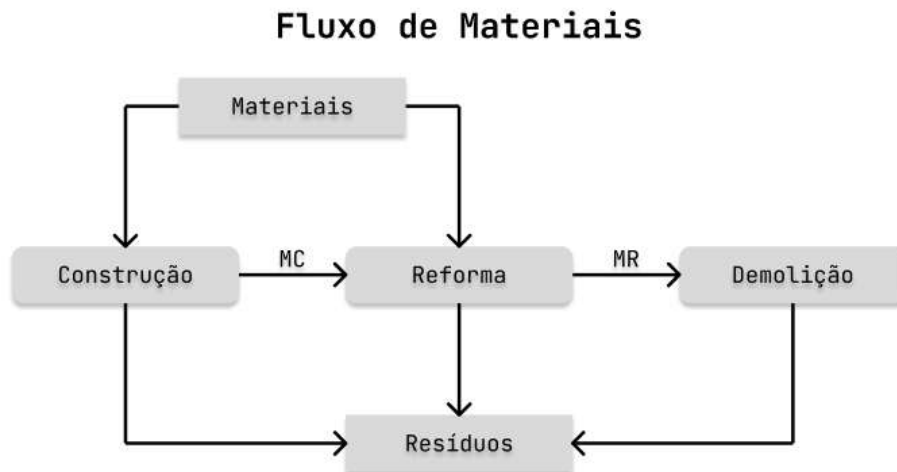
### **2.2.1 Importância da Economia Circular na Construção Civil**

Para Esa, Halog e Rigamonti (2017), ainda existe uma distância entre a implementação da Economia Circular no setor da construção civil e as pesquisas acadêmicas. Existe uma grande necessidade de integrar a Economia Circular à indústria da construção civil, promovendo assim uma menor utilização de recursos naturais e garantindo a redução na geração de resíduos com o objetivo de criar um futuro mais sustentável.

O desperdício é uma consequência de todas as atividades relacionadas ao processo da construção civil, podendo ser causado por excessos na compra dos materiais ou na sua modelagem para serem incorporados em determinados processos da obra, seguindo o seu modelo arquitetônico (COCHRAN; TOWNSEND, 2010).

O fluxo de materiais durante a execução das atividades relacionadas à construção civil pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxo de materiais na construção civil



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Cochran; Townsend, 2010.

As propostas de gerenciamento da cadeia produtiva sugeridas pelos fundamentos da Economia Circular são aplicáveis a todos os tamanhos de empreendimentos. Porém, principalmente quando relacionado às empresas de pequeno porte, ainda existe muita resistência na adoção desse modelo. As barreiras encontradas são de diversos campos, podendo ser estruturais, culturais e contextuais e existem devido à estrutura empresarial, à falta de incentivos fiscais dos governos e à flexibilidade da economia (LIU; BAI, 2014).

Conforme Smol et al. (2015), é fundamental que os índices de sustentabilidade e preocupação ambiental sejam priorizados e melhorados na construção civil, por ser uma indústria altamente atuante nos países em desenvolvimento e desenvolvidos e ser um setor emergente que abrange o mundo todo. Dessa forma, a implantação do modelo de Economia Circular e seus fundamentos é extremamente importante quando relacionado ao setor.

A construção civil desempenha uma importante influência no desenvolvimento social e econômico de diversas nações. Com a adoção de práticas mais sustentáveis, pode também ser um acelerador no processo de preservação do meio ambiente, gerando inúmeros benefícios para todos os países que adotarem o modelo nesse setor (SMOL et al., 2015).

### 2.2.2 Economia Circular e o ciclo de vida de uma Edificação

Segundo Tavares et al. (2006), o ciclo de vida de uma edificação consiste em todo o processo de planejamento, execução, manutenção e demolição. Podemos, baseado nisso, traçar o ciclo de vida da edificação iniciando-se na análise do terreno, seguido pela fase de planejamento, fabricação dos materiais construtivos, com a utilização de recursos naturais, transporte dos materiais e recursos até o canteiro de obra, a realização da obra proposta, estendendo-se ao uso e operação da edificação, possíveis reformas necessárias para a sua manutenção e por fim, a demolição e reciclagem dos materiais, conforme indicado na Figura 4.

Figura 4 - Ciclo de vida de uma edificação



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Tavares et al, 2006.

Segundo Adams et al. (2017), o processo de construção de uma edificação é bem complexo e amplo, podendo ser realizado com auxílio de modelos que garantam uma melhor eficiência em seu desenvolvimento. No Quadro 1, serão apresentados os principais aspectos da Economia Circular que podem ser aplicados durante o ciclo de vida de uma edificação.

Quadro 1 - Aspectos da circularidade durante o ciclo de vida da edificação.

<b>Estágio do ciclo de vida</b>	<b>Aspectos de Circularidade</b>
<b>Análise do Terreno</b>	Prever a logística dos materiais
	Evitar a geração de resíduos
<b>Projeto</b>	Projetar visando a flexibilidade e adaptabilidade
	Projetar objetivando modularizações
	Projetar visando a redução de resíduos
	Especificar materiais recuperados
<b>Fabricação e Transporte</b>	Especificar materiais reciclados
	Utilizar menos materiais
	Utilizar materiais com maior vida útil
	Otimizar o uso de materiais
	Prever a desmontagem do produto
<b>Construção</b>	Prever sistemas de devolução
	Reduzir a geração de resíduos
	Procurar reutilizar materiais
<b>Reforma</b>	Procurar reciclar materiais
	Reduzir a geração de resíduos
	Reduzir a necessidade de manutenção
<b>Final de ciclo de vida</b>	Promover flexibilidade e adaptabilidade
	Desconstrução
	Demolição Seletiva
	Reutilização de componentes
	Reciclagem de materiais

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Adams et al, (2017).

Um exemplo de empresa da construção civil que aderiu aos conceitos da Economia Circular no ciclo de manufatura e suplementos é a Votorantim Cimentos: Em seu processo de fabricação de areia, pedriscos e papel reciclado, foram empregados resíduos da varrição; Utilização de combustíveis alternativos; reuso de água e captação da chuva; Criação de peças decorativas utilizando resíduos gerados. Todas essas práticas sustentáveis foram responsáveis por gerar benefícios como: Reciclados, em 2017, 471 t. de resíduos de varrição; Redução de 17% na emissão de CO<sub>2</sub>; Conquista do selo ambiental de empresa amiga da Mata Atlântica; Redução de 77,1% no consumo de água para a produção de cimento; 25% da energia consumida teve origem de fontes renováveis; (VOTORANTIM, 2022).



### 2.3 CONTÊINERES E SEU USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Rodrigues (2007), container pode ser definido como uma caixa de madeira, aço ou outro material que seja resistente, com a função de transportar mercadorias com rapidez e segurança, e que atenda a todas as normas e condições impostas pela legislação nacional e pelas regras internacionais validadas no Brasil.

Para Rodrigues (2007), o container deve atender aos seguintes requisitos: Manter suas características com o passar do tempo e ser resistente para suportar o seu uso repetida vezes. Ser construído de forma que consiga ser transportado em diversos meios de transporte. Possuir dispositivos que possibilitem a sua movimentação para diferentes locais. Ser projetado permitindo encher e esvaziar o seu conteúdo de forma rápida e eficaz. E por fim, ser acessível a inspeção sem ter possibilidade de ocultar qualquer mercadoria. A Figura 5 indica o container marítimo mais usual.

Figura 5 - Container Marítimo



Fonte: Interlocation Materiels (2022).

Os containers podem ser transportados por diferentes tipos de modais, como: marítimo, terrestre e aéreo, onde o transporte marítimo, o mais utilizado. Cada container possui um registro e um número de verificação que informa a sua origem e também o padrão de dimensão que segue.

A International Organization for Standardization (ISO 668:2020) é responsável por normalizar e regulamentar as características e dimensões dos containers. Toda a estrutura principal é constituída de aço. As vedações laterais, superior e posterior são soldadas à estrutura

principal e seu material é formado por chapa corrugada. A parte superior deve resistir a altas cargas de compressão sem que ocorra danos à estrutura. Na região inferior, placas de compensado de madeira são aparafusadas à estrutura e na região frontal é encontrada a abertura do container, que possibilita uma rápida movimentação de cargas no seu interior, sendo selado posteriormente por duas portas com travas. (SAWYERS, 2008).

### **2.3.1 Fatores Históricos**

No início do transporte marítimo, as mercadorias eram mantidas em tonéis de madeira para serem transportadas, devido à resistência e ao fácil manuseio do material. As dificuldades de embarque e desembarque dos materiais durante as operações ocorriam por não existirem máquinas a vapor ou eletricidade para facilitar a movimentação das cargas. Os embarques e desembarques eram realizados através de pranchas colocadas entre o navio e o ancoradouro que formava um plano inclinado no qual os tonéis eram colocados e rolados, não sendo necessário suspendê-los (SANTOS, 1982).

Com o passar do tempo, com o crescimento das indústrias, as mercadorias foram se tornando cada vez mais diversificadas e maiores, tornando difícil continuar utilizando os tonéis para seu transporte. Cada vez mais as medidas de padronização para as embalagens das mercadorias foram se tornando necessárias, visto que elas precisavam ser transportadas tanto no meio marítimo quanto no terrestre em escala global (SANTOS, 1982).

Durante a Segunda Guerra Mundial, o exército americano constatou que era extremamente importante possuir hospitais móveis para operar e medicar os feridos em plena frente de batalha ou até trazê-los para a retaguarda. Pensando nisso, a equipe de engenheiros militares projetou e implementou a criação de caixas de aço com acesso para macas onde os feridos podiam ser alocados e tratados. A medida deu certo e posteriormente esse modelo de caixa de aço foi utilizado para o transporte de mercadorias (RODRIGUES, 2007).

No ano de 1955, Malcom McLean, americano fundador da Sea Land Service, adaptou 37 navios para o transporte de suas “embalagens” com as seguintes dimensões: 35x8x8 1/2 pés. Posteriormente elas receberam o nome de containers. Ainda assim, a falta de padronização ainda era um problema. Então na América a ASA e na Europa a ISO formaram comitês para estudar, padronizar e normalizar a criação desses containers. Apenas 10 anos depois, os padrões especificados pela ISO foram finalmente adotados, apesar de ainda ter países que aceitam o padrão da ASA atualmente (RODRIGUES, 2007).

O Brasil, por ter seguido a norma da ISO, todo o processo de criação e de regulamentação dos containers foram baseados em seus termos. Essa regulamentação é controlada pelos órgãos ABNT e Inmetro.

### 2.3.2 Portos e Navios

Com a adoção do container para o transporte internacional de cargas, os portos de todas as partes do mundo ficaram carregados. Estruturas para a sua elevação e movimentação foram criadas para facilitar o processo de carga e descarga dos navios e locais de armazenagem no próprio porto foram criadas. Os containers são empilhados até 8 camadas como é permitido pela sua especificação da ISO. A Figura 6 demonstra o porto do Rio de Janeiro com o empilhamento dos containers.

Figura 6 - Porto com containers empilhados - RJ



Fonte: Portal Marinho (2017).

Os navios convencionais possuem decks e porões, ou seja, vários espaços destinados ao armazenamento das cargas. A quantidade de mercadorias que podem ser transportadas está diretamente relacionada com o tamanho desses espaços. Também é destinada uma parte considerável do navio para o lastro. Nos navios porta-contêineres não existem porões. São constituídos basicamente pelo seu casco, mais *bays* (baías), divididas em *rows* (colunas), para o encaixe das unidades de carga, que são empilhadas. Os containers funcionam como porões móveis, facilitando a organização e o posicionamento (LEWANDOWSKI, 2016).

### 2.3.3 Tipos de Containers

Os containers são construídos de acordo com a mercadoria que vão transportar. Por esse fator, existem mais de 20 tipos diferentes de containers. Todos seguem as normas e especificações da ISO. Possuem 8 pés (2,44 m) de altura, sendo a única exceção os containers de meia altura (half) que possuem metade do valor.

#### 2.3.3.1 Open Top

O container Open Top é aberto em cima ou coberto por uma lona que pode ser retirada para seu preenchimento. Geralmente esse tipo de container é utilizado para atender ao transporte de mercadorias que apenas podem ser acomodadas pela parte superior. A Figura 7 demonstra esse tipo de estrutura e as suas dimensões estão no Quadro 2.

Figura 7 - Container Open Top



Fonte: Logtainer (2022).

Quadro 2 - Dimensões do container Open Top

Open Top 20 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	6,06	2,59
Interna	2,34	5,89	2,36
Porta	2,32	---	2,25
Open Top 40 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	12,192	2,59
Interna	2,352	12,024	2,38
Porta	2,32	---	2,25
Classificação	Cap. Cúbica (m³)	Cap. Carga (ton)	Tara (ton)
20 pés	32,6	21,7	2,3
40 pés	67,3	26,28	4,2

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Logtainer (2022).

### 2.3.3.2 Dry Box

O container Dry Box é o tipo de container mais utilizado. Ele é fechado em todos os lados sendo recomendado para transporte de cargas secas, como produtos industrializados e não perecíveis. A Figura 8 demonstra esse tipo de estrutura e as suas dimensões estão no Quadro 3.

Figura 8 - Container Dry Box



Fonte: Logtainer (2022).

Quadro 3 - Dimensões do container Dry Box

Dry Box 20 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	6,06	2,59
Interna	2,352	5,9	2,36
Porta	2,34	---	2,283
Dry Box 40 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	12,192	2,59
Interna	2,352	12,03	2,39
Porta	2,34	---	2,275
Classificação	Cap. Cúbica (m <sup>3</sup> )	Cap. Carga (ton)	Tara (ton)
20 pés	33	28,15	2,33
40 pés	67,7	28,7	3,8

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Logtainer (2022).

### 2.3.3.3 Flat Rack

O container Flat Rack é o tipo de container mais utilizado para o transporte de cargas que ultrapassam o peso e o tamanho de outros tipos de containers. Ele é aberto na parte lateral

e na parte superior. A Figura 9 demonstra esse tipo de estrutura e as suas dimensões estão no Quadro 4.

Figura 9 - Container Flat Rack



Fonte: Logtainer (2022).

Quadro 4 - Dimensões do container Flat Rack

Flat Rack 20 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	6,06	2,59
Interna	2,352	5,9	2,31
Porta	---	---	---
Flat Rack 40 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	12,192	2,59
Interna	2,41	12,02	1,955
Porta	---	---	---
Classificação	Cap. Cúbica (m <sup>3</sup> )	Cap. Carga (ton)	Tara (ton)
20 pés	32	29,5	3
40 pés	56,6	40,05	4,95

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Logtainer (2022).

#### 2.3.3.4 Reefer

O container Reefer é o tipo de container que possui uma refrigeração interna, sendo ideal para cargas que requerem uma temperatura controlada ou até mesmo as que precisam de uma temperatura abaixo de zero como carnes, peixes e frutas. A Figura 10 demonstra esse tipo de estrutura e as suas dimensões estão no Quadro 5.

Figura 10 - Container Reefer



Fonte: Logtainer (2022).

Quadro 5 - Dimensões do container Reefer

Reefer 20 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	6,06	2,59
Interna	2,285	5,45	2,26
Porta	2,32	---	2,25
Reefer 40 pés			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	12,192	2,59
Interna	2,285	11,57	2,25
Porta	2,29	---	2,265
Classificação	Cap. Cúbica (m <sup>3</sup> )	Cap. Carga (ton)	Tara (ton)
20 pés	28,1	21,8	3,2
40 pés	67,3	26,28	4,2

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Logtainer (2022).

### 2.3.3.5 Ventilated

O container Ventilated é o tipo de container muito parecida com o tipo Dry, porém possui saídas e entradas de ventilação por toda a sua estrutura. Muito indicada para cargas que precisam de ventilação como sementes, grãos e certos manufaturados. A Figura 11 demonstra esse tipo de estrutura e as suas dimensões estão no Quadro 6.

Figura 11 - Container Ventilated



Fonte: Logtainer (2022).

Quadro 6 - Dimensões do container Ventilated

<b>Ventilated</b>			
<b>Dimensões</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
<b>Externa</b>	2,438	6,06	2,59
<b>Interna</b>	2,34	5,9	2,39
<b>Porta</b>	2,34	---	2,27
<b>Classificação</b>	<b>Cap. Cúbica (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cap. Carga (ton)</b>	<b>Tara (ton)</b>
<b>Ventilated</b>	32,99	22,05	2,35

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Logtainer (2022).

#### 2.3.3.6 Tank

O container Tank é o tipo de container tanque indicado para o transporte de produtos líquidos. As principais mercadorias são os produtos químicos, corrosivos e ácidos em geral. A Figura 12 demonstra esse tipo de estrutura e as suas dimensões estão no Quadro 7.



Figura 12 - Container Ventilated



Fonte: Logtainer (2022)

Quadro 7 - Dimensões do container Tank

Tank			
Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)
Externa	2,438	6,06	2,59

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Logtainer (2022).

### 2.3.4 Fatores Econômicos

Para compreender melhor a importância do container, podemos analisar a evolução do comércio global. Em 1950 a corrente de comércio foi de 115 bilhões de dólares norte-americanos. Em 1960 subiu para 230 bilhões, foi de 600 bilhões em 1970 e 3,9 trilhões em 1980, logo após a padronização do container. Em 1990 o comércio atingiu 7,6 trilhões, em 2000 chegou a 13 trilhões e em 2008 alcançou 34 trilhões de dólares, que representou 56% do PIB mundial. Mostrando que a utilização dos containers para o transporte de mercadorias acarretou em um grande aumento do fluxo econômico mundial (KEEDI, 2014).

Se analisarmos os números atuais de contêineres movimentados mundialmente, junto com o volume de comércio exterior global, que no ano de 2008 alcançou o valor de 34 trilhões de dólares, poderemos entender melhor o papel fundamental que o uso do container teve para a globalização mundial (KEEDI, 2014).

### 2.3.5 Acúmulo de Containers em Macaé

O município de Macaé é cercado pela Bacia de Campos, que tem por volta de 100 mil quilômetros quadrados e se estende da cidade de Vitória, no estado do Espírito Santo, até

Arraial do Cabo, no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. Por ser uma cidade costeira, boa parte da sua economia era baseada em recursos marítimos como a pesca, tradicional na cidade. Outras atividades como a agricultura e a pecuária também representavam grande parte da economia macaense (MACAÉ, 2022).

A descoberta de petróleo na Bacia de Campos na década de 70 transformou consideravelmente a cidade de Macaé, que se estabeleceu como capital nacional das atividades da cadeia petrolífera offshore, principalmente após a chegada da Petrobrás e das demais empresas que forneciam bens e serviços para a empresa nacional. Macaé apresentou um crescimento espetacular e uma modificação profunda nos seus parâmetros econômicos e demográficos (FAURÉ e HASENCLEVER, 2003).

Baseado em dados oficiais, entre os anos de 1975 e 1999, o PIB macaense subiu do índice 100 ao índice 700. Essa progressão apresentada pela cidade representa o dobro do crescimento do PIB do estado do Rio de Janeiro no mesmo período de tempo (FAURÉ e HASENCLEVER, 2003).

Com o grande crescimento econômico da região, vários recursos foram movimentados para Macaé. Para o transporte de toda a cadeia produtiva foram utilizados os containers fazendo com que a cidade e as regiões próximas ficassem repletas destas unidades de carga. O grande acúmulo de containers também se deu pelo seu uso como unidades móveis que poderiam ser instaladas em locais temporariamente servindo de abrigo, refeitório, escritório, entre outras funções.

### **2.3.6 Containers Na Construção Civil**

A princípio, os containers eram utilizados somente com a finalidade de transporte de cargas. Portanto, eram fabricados de aço, alumínio ou outro material resistente para que suportassem o uso intenso e constante. Com o passar do tempo, novas possibilidades para o seu uso foram sendo descobertas junto aos avanços tecnológicos.

Nos Estados Unidos, o número de importações de mercadorias vindas da Ásia era muito superior ao de exportações para esses mesmos países. Muitos containers tinham que ser enviados à sua origem vazios a um alto custo de frete, portanto seria mais viável a compra de novos na Ásia do que enviá-los vazios. O que gerou um armazenamento de containers em grande quantidade (GADAROWSKI, 2014).

Em 2005, havia cerca de 700.000 containers desativados nos portos dos Estados Unidos. Os containers passaram a ser utilizados para outros fins como: edifícios residenciais, hotéis, escolas, abrigos, pavilhões de exposições etc. Esse excesso de containers também ocorreu em outros países, fazendo com que o custo deste material fosse reduzido, o que aumentou o interesse em utilizar esse tipo de material na construção de edifícios. A versatilidade do material foi outro fator importante para reforçar a sua procura em nível mundial (ISBU ASSOCIATION, 2010).

No Brasil, a utilização de containers na construção civil ocorreu, inicialmente, como estruturas temporárias no canteiro de obras para atender aos funcionários. Ultimamente, pesquisas com o intuito de viabilizar a utilização de containers na construção de estruturas permanentes foram realizadas em diferentes partes do país. A partir de então, edificações que têm seu método construtivo baseado nesse material vêm se tornando cada vez mais comuns.

Segundo Milaneze et al. (2012), no âmbito do transporte marítimo, os containers apresentam uma vida útil de, no máximo, 10 anos, porém, a sua estrutura dura em torno de 90 anos. Dessa forma, em média 80 anos desse produto permanece em inatividade no meio ambiente, criando a necessidade de novos destinos a eles por serem materiais não biodegradáveis.

### **2.3.7 Reuso de containers**

Se tratando da utilização de containers marítimos, cujo seu principal objetivo era o transporte de cargas, sendo submetidos aos esforços repetitivos e duradouros em sua estrutura, na construção de edificações definitivas, precisa-se levar em consideração alguns fatores importantes que podem ser prejudiciais e determinantes para a viabilidade do projeto e seu sucesso executivo.

Um fator muito importante é conhecer a procedência do container a ser reaproveitado, devido ao alto risco de contaminações causadas por agentes radioativos ou biológicos provenientes do tipo de material que era transportado no interior dessas unidades de carga.

Identificar o que o container transportava durante a sua vida útil é difícil e em alguns casos até impossível precisar exatamente o tipo de substância e se a sua presença no passado irá influenciar na saúde do futuro morador. Por isso, ao adquiri-lo, deve-se submetê-lo a um laudo produzido por um técnico com conhecimento sobre as normas internacionais de inspeção de containers, atestando a não existência de riscos à saúde dos futuros residentes (IICL, 2022).

A Figura 13 demonstra um dos laudos mais detalhados, o do Institute of International Container Lessors (IICL).

Figura 13 - Certificação IICL



Fonte: IICL (2022).

O uso de containers que não estão aptos a reutilização, por danos em sua estrutura podem acarretar em futuros colapsos estruturais causando até o desabamento total do edifício. E se os containers ainda conterem resíduos prejudiciais à saúde podem gerar sérios problemas aos futuros moradores. Por isso, o IICL atua ao redor do mundo criando padrões de seleção criteriosos e rígidos visando certificar a segurança da instalação (IICL, 2022).

O container precisa também estar corretamente registrado em território nacional para que se possa realizar qualquer tipo de modificação em sua estrutura. Todos os documentos referentes à sua compra, o Documento de importação (DI) e a Licença de importação (LI) devem estar devidamente registrados e de acordo com a legislação vigente. Nestes documentos constam o número de registro do container que também se encontra na placa de identificação CSC (Container Safety Convention) (CASTILHO; IKEGAMI, 2015).

Além disso, deve-se fazer uma inspeção no interior e no exterior do container visando identificar sinais de desgaste com o tempo. Os problemas mais importantes e recorrentes apresentados por esses tipos de estruturas são: o aparecimento de buracos ou aberturas em suas faces, o comprometimento de sua estrutura principal e o surgimento de ferrugem.

#### *2.3.7.1 Soldar buracos aparentes*

Com o uso contínuo das unidades de carga, podem ocorrer acidentes indesejáveis que acabam provocando a danificação de suas faces. Rupturas laterais, deformação das estruturas e faces amassadas estão entre as consequências desses ocorridos. A Figura 14 exemplifica uma ruptura lateral.

Figura 14 - Ruptura lateral em um container



Fonte: Western Containers (2022).

Para o reparo da estrutura é preciso que suas faces sejam desamassadas para iniciar o processo de solda fazendo com que as aberturas sejam fechadas. De acordo com o tamanho do dano, parte da placa lateral precisa ser substituída e soldada junto à estrutura. Em casos mais extremos, deve-se substituir toda face danificada (CASTILHO, 2015).

#### *2.3.7.2 Verificar estrutura principal*

Geralmente, o container possui uma estrutura principal extremamente estável, feita para resistir aos eventos mais hostis. Esses recipientes podem ser empilhados até 8 camadas sem que haja a necessidade da instalação de uma estrutura de apoio, são estruturas reforçadas, leves e fabricadas para um perfeito encaixe quando fixados uns aos outros (SAWYERS, 2008).

Porém, se a estrutura for abalada de alguma forma, pode ocorrer o achatamento dos containers inferiores por não apresentarem a devida resistência inicial, o que faz com que a estrutura ceda devido à pressão de toda a carga que está sendo submetida. A Figura 15 apresenta um container, cuja estrutura principal foi danificada.

Figura 15 - Estrutura do container danificada



Fonte: Picuki (2022).

Nesse caso, se o container apresentar um dano considerável que inviabilize a sua reparação, este é descartado sendo aproveitado como material reserva para reparar possíveis danos em outros containers. Caso o reparo seja viável, a estrutura principal é reforçada por uma estrutura auxiliar que ajuda a manter a resistência (SAWYERS, 2008).

### 2.3.7.3 Sinais de ferrugem

Quando ocorre a oxidação do material, ou seja, o oxigênio presente no ar e na água entra em contato com metal, surge uma camada conhecida como ferrugem, que atua deteriorando pouco a pouco o elemento original, como visto na Figura 16.

Figura 16 - Container com ferrugem nas laterais



Fonte: Fotosearch (2022).

Caso o container apresente sinais de enferrujamento, isso significa que a estrutura não passou por um processo de tratamento contra a oxidação, ou precisa que seja submetido a outro procedimento para evitar futuros danos. Para isso, o local afetado deve ser tratado até que toda a ferrugem seja retirada e sua resistência aumentada (SAWYERS, 2008).

Em locais mais próximos ao mar, o efeito da maresia faz com que o processo de oxidação seja mais intenso, o que exige um tratamento periódico do material, caso este esteja exposto.

O tratamento é de suma importância para que o surgimento de corrosão não comprometa a capacidade estrutural do container, visto que toda a estrutura principal da edificação será baseada na sua capacidade de resistência e qualquer ponto de vulnerabilidade pode gerar problemas futuros.

## 2.4 EDIFICAÇÕES BASEADAS EM CONTAINERS

Os contêineres passaram a ser utilizados como um sistema construtivo na execução de diferentes edificações, neste capítulo os tipos de edificações serão apresentados, assim como o sistema construtivo de alvenaria, que é o mais utilizado na atualidade, e o sistema baseado em container.

### 2.4.1 Tipos de edificações

Na construção civil existem diferentes tipos de edificações que são responsáveis por desempenhar diferentes funções. Os principais tipos, cujos containers são utilizados como sistema construtivo, serão listados a seguir.

#### 2.4.1.1 Temporárias

As edificações temporárias são caracterizadas pela facilidade de montagem e desmontagem de suas estruturas num período curto de tempo em locais onde são necessárias suas construções com segurança. Os locais mais comuns de serem implantadas são canteiros de obras, salas de aula temporárias, refeitórios, almoxarifados, armazéns, ambulatórios, equipamentos para atendimentos emergenciais, entre outros.

A Figura 17 apresenta um container utilizado como ala hospitalar auxiliar com o objetivo de suprir uma demanda urgente.

Figura 17 - Container para atendimento médico provisório



Fonte: Arch Paper (2020).

A utilização de containers como alas hospitalares podem ser observadas em situações onde são necessários centros de tratamento perto de localidades com altos índices de doentes ou risco futuro. Durante a pandemia do covid-19, hospitais, postos de saúde, centros de triagem (muito úteis em aeroportos e rodoviárias, por exemplo), foram necessários para ter maior controle da expansão do vírus.

Na construção civil, inicialmente, o uso de containers esteve relacionado aos canteiros de obra, com o intuito de atender as necessidades dos funcionários. Para garantir o bem-estar dos trabalhadores, a construtora deve verificar se as determinações da NR-18 estão sendo atendidas pela empresa de locação dos containers (ISHIKAWA, 1993). A Figura 18 demonstra containers sendo utilizados em um canteiro de obra.



Figura 18 - Containers no canteiro de obra



Fonte: Aecweb (2022).

No Brasil, estruturas temporárias também são amplamente utilizadas para a comercialização de projetos imobiliários, principalmente loteamentos, os chamados estandes de venda.

Para todos os casos apresentados anteriormente e outros casos ainda existentes, os containers surgem como uma alternativa estratégica, já que possuem uma estrutura que pode ser facilmente realocada no mesmo loteamento ou transferida para outros locais. Dessa forma, evita que o processo seja realizado com estruturas construídas e demolidas logo após determinado período, como eram tradicionalmente feitos, o que gera impactos negativos, tanto na esfera ambiental, quanto na esfera econômica.

#### *2.4.1.2 Residenciais*

As edificações residenciais são casas, apartamentos, moradias que possuem fins habitacionais. Em sua planta devem ser estabelecidos espaços destinados ao repouso, alimentação, higiene e serviços domésticos. A norma regulamentadora é a NBR 15575, que trata do desempenho de edificações habitacionais e tem como objetivo prezar pelo conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção, segurança estrutural e contra incêndios (NBR 15575, 2013). A Figura 19 representa uma moradia familiar planejada e executada a partir do uso de apenas um container extenso.

Figura 19 - Moradia familiar com container



Fonte: Locares (2022).

Segundo Arch Daily (2016), as estruturas residenciais com base em containers, no Brasil, tiveram início entre 2009 e 2011, considerando o tempo de planejamento até a conclusão total do projeto, uma das primeiras residências com essa técnica construtiva localiza-se no município de Cotia, no estado de São Paulo (Figura 20).

Figura 20 - Casa-container no Brasil, localizada em Cotia, São Paulo



Fonte: Plínio Danton (2022).

Para a sua construção, foram utilizadas quatro unidades do tipo High Cube de 40 pés. A casa possui 196 m<sup>2</sup> e seu projeto arquitetônico foi assinado por Danilo Corbas, precursor brasileiro da construção em containers (DONTON, 2022).

A partir de então, outras edificações residenciais que fazem uso de containers foram sendo construídas em diferentes localidades do país tornando o seu uso cada vez mais comum.

#### 2.4.1.3 Comerciais

As edificações comerciais, segundo o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), são definidas por não possuírem finalidades industrial ou residencial. Alguns dos principais exemplos são escolas privadas, hospitais, postos de saúde, clínicas privadas, vendas de mercadorias em geral, prestação de serviços, preparação e venda de alimentos, escritórios e edifícios empresariais, sedes de empresas ou indústrias, desde que não haja a atividade de produção nesta última e meios de hospedagem (INMETRO, 2012).

Com o passar dos anos, pode-se observar que o uso de containers na construção de edificações comerciais cresceu consideravelmente. Primeiramente como alas com características mais administrativas e reservadas apenas aos funcionários. A Figura 21 apresenta um comercial na Barra da Tijuca - RJ.

Figura 21 - Container comercial na Barra da Tijuca - RJ



Fonte: Studio Raphael Garcia (2022).

Posteriormente, as construções em containers foram se estendendo até os consumidores finais. Grandes empresas como a Puma, Coca-Cola, Illy Café possuem lojas com base nesse

método construtivo. As suas características arquitetônicas únicas formam um contraste com as demais lojas que foram construídas do modelo tradicional. Gerando um maior interesse do público e com isso, maior fluxo de pessoas para suas lojas containers. A Figura 22 apresenta a loja container da Puma situada em Nova York – EUA.

Figura 22 - Loja container da Puma situada em Nova York – EUA.



Fonte: Arch daily (2016).

Segundo a empresa Delta Containers (2014), deve-se conhecer a legislação vigente no local de construção do edifício, para analisar as suas restrições como áreas mínimas, pé direito mínimo, etc. A documentação necessária para o desenvolvimento e liberação do projeto deve ser providenciada junto a Prefeitura local, onde serão obtidos os alvarás e licenças da obra.

#### **2.4.2 Sistemas Construtivos**

Para a execução de um projeto de construção civil, deve-se escolher um sistema construtivo que melhor se adequa às características da construção e aos recursos que estão à disposição no local destinado ao empreendimento levando em consideração fatores como custo total, acessibilidade do local, clima, entre outros. Atualmente, existem vários sistemas que podem ser utilizados para a execução da edificação.

Segundo Pereira (2016), o sistema construtivo mais utilizado, no Brasil, é o de alvenaria cerâmica tradicional, entretanto, a todo momento, novas alternativas construtivas estão sendo desenvolvidas, cada uma com diferentes vantagens e desvantagens em relação as outras sendo

interessante analisar a viabilidade de cada uma de acordo com cada projeto a ser realizado. A comparação dessas novas opções é natural e faz com que seja necessário entender um pouco mais sobre os métodos construtivos predominantes a fim de verificar quais vantagens as novas alternativas podem oferecer.

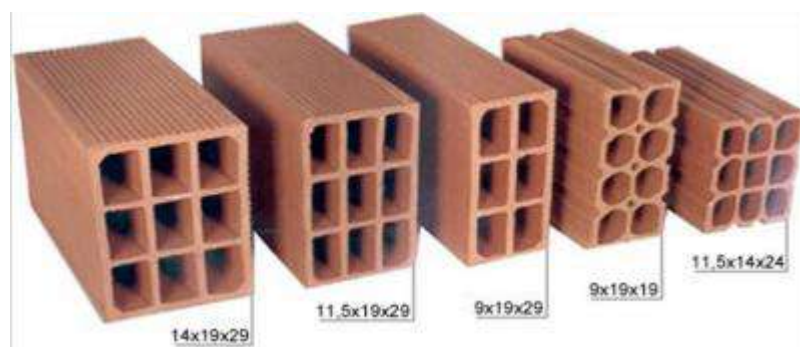
#### 2.4.2.1 Alvenaria tradicional

O sistema de construção civil tradicionalmente utilizado no Brasil é o de blocos cerâmicos com furo na horizontal sem função estrutural. Esse método é constituído por pilares, vigas e lajes de concreto armado, onde os vãos da estrutura são preenchidos com tijolos cerâmicos (VASQUES, 2014).

O tijolo mais comum no mercado brasileiro é o tijolo furado, mais conhecido como tijolo baiano. Esse tipo de tijolo não é projetado para aguentar o peso da estrutura, porém, garante bom conforto térmico. Em suas faces, ele possui ranhuras que permitem uma melhor aderência da argamassa facilitando a fixação durante o acabamento da obra. Ele é o tipo mais barato, porém apresenta o maior índice de desperdício em sua execução.

Na Figura 23 são representadas as diferentes medidas de tijolos cerâmicos existentes no mercado.

Figura 23 - Diferentes medidas dos tijolos cerâmicos



Fonte: Urca (2022).

O peso da estrutura é distribuído nos pilares, vigas, lajes e fundações, sendo assim, as paredes desempenham apenas o papel de vedação, não exercendo nenhuma função estrutural (VASQUES, 2014).

A Figura 24 demonstra a utilização do sistema construtivo tradicional no interior de uma edificação.

Figura 24 - Sistema construtivo tradicional



Fonte: Pauluzzi (2022).

Conforme Pereira (2016), o sistema construtivo mais utilizado no Brasil é a alvenaria cerâmica tradicional principalmente por que possui uma execução simples, sem a necessidade de mão de obra qualificada e especializada, porém, isso faz com que várias patologias apareçam durante a obra, o que se faz necessário a correção dos problemas gerados, com isso, um grande volume de resíduos sólidos são descartados.

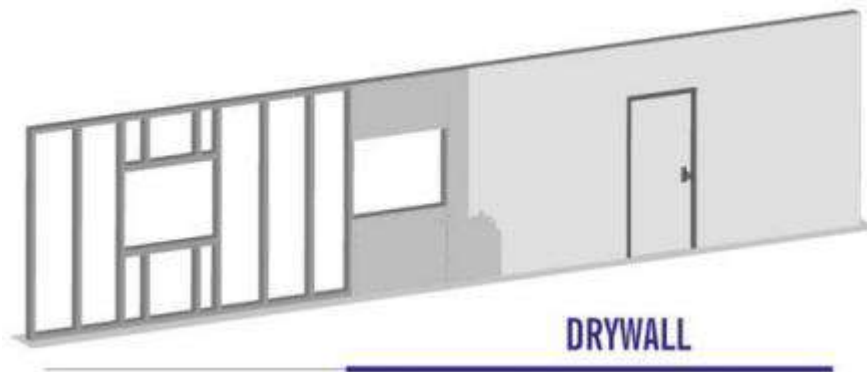
Segundo Vasques (2014), as principais vantagens desempenhadas por esse tipo de sistema construtivo são: facilidade de produção por montagem ou conformação, o bom isolamento térmico, o bom isolamento acústico, alta durabilidade, facilidade de aquisição dos materiais utilizados na sua execução e ótima aceitação pela sociedade.

Porém, ainda segundo o autor, esse sistema construtivo possui como principais desvantagens: o domínio técnico centrado na mão de obra executora, a baixa produtividade na execução, o alto custo total de realização, grande desperdício e produção de resíduos.

#### 2.4.2.2 *Drywall*

De acordo com Astra (2016), o método construtivo de Drywall, ou também chamado de gesso acartonado, é um sistema de vedação interna da edificação, sem exercer função estrutural, no qual perfis de aço galvanizado são utilizados junto às placas de gesso, que são revestidas por papel-cartão em ambos os lados, como é mostrado na Figura 25.

Figura 25 - Etapas da utilização do sistema construtivo com base em gesso acartonado



Fonte: Astra (2016).

Segundo Kovacs (2014), para a instalação do sistema construtivo, deve-se primeiramente, realizar a fixação de guias metálicas horizontais no piso e no teto que sustentarão os montantes verticais de aço galvanizado, com isso, será formada a estrutura metálica de base em que as placas de gesso acartonado serão fixadas. Ocorre então, a fixação das placas de gesso seguindo os limites já delimitados pelas estruturas metálicas. Na sequência é feito um tratamento nas juntas com a aplicação de massas ou fitas específicas, a fim de uniformizar a superfície. No final, é realizado o acabamento, podendo ser com cerâmica, madeira ou pintura, de acordo com a escolha realizada no projeto.

As instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias são realizadas nos vãos gerados pelas estruturas montadas, juntamente com as armações de isolamentos térmico e acústico (KOVACS, 2014).

De acordo com Vieira (2006), as divisórias de gesso acartonado, diferente da construção em alvenaria, possuem uma execução mais rápida, principalmente devido aos materiais utilizados em sua execução na obra. Por serem pré-fabricados, os materiais já vêm dentro das normas, o que diminui a preocupação com a conferência dos mesmos.

Justamente por possuir uma aplicação mais veloz, a técnica do drywall possui uma alta taxa de aceitação e utilização em obras cujo prazo de execução é curto, como por exemplo a construção de estabelecimentos comerciais ou industriais (NUNES, 2015).

Outro ponto positivo da utilização de drywall é que nesta técnica, as placas de gesso já chegam separadas, favorecendo assim a forma de manuseio, estocagem e consequentemente diminuindo o desperdício do material acarretando em uma menor perda na obra. A geração de

entulho e desperdício é considerada mínima, caso os passos sejam seguidos corretamente no processo de montagem do material (NUNES, 2015).

Para Mitidieri (2012), uma desvantagem desse sistema é que ele possui pouca resistência em caso de vazamentos, e sua parede é menos resistente à impactos, o que a torna restringida à impactos de diferentes frequências, é possível citar como exemplo o fato de a parede de gesso acartonado não ser tão resistente à um furo.

Conforme Alvarenga (2017), as principais desvantagens desse sistema construtivo são: a possibilidade de proliferação de bactérias e fungos devido ao espaçamento existente entre as placas de gesso acartonado, sendo necessário fazer verificações regulares para identificar e eliminar possíveis surgimentos desses elementos; a restrição a ambientes internos, por não possuir resistência à variações de temperatura; a necessidade de tratamento adicional para a aplicação em áreas molhadas, por não possuir resistência à umidade.

Um fator importante está relacionado aos resíduos de gesso que este sistema produz. Se descartados de forma inadequada, podem acarretar graves problemas ambientais devido as suas propriedades químicas que em contato com o meio ambiente podem se tornar tóxicos, podendo até alterar a alcalinidade do solo e contaminar os lençóis freáticos do local (SOUZA, 2017).

No entanto, ainda segundo o autor, estes impactos podem ser facilmente evitados realizando um bom gerenciamento destes resíduos, reaproveitando-os, por exemplo, na própria fabricação de placas de gesso ou na indústria cimentícia como um aditivo.

#### 2.4.2.3 *Containers*

Para que os containers sejam utilizados como um sistema construtivo, algumas ponderações e adaptações precisam ser realizadas. Em todas as etapas da construção de uma edificação existem processos que precisam ser avaliados e planejados para uma melhor execução do projeto, e quando se trata do uso de containers, não é diferente, várias razões podem gerar um prejuízo ao container, ocasionando um prejuízo à execução da obra (RODRIGUES, 2015).

O processo de fundação de uma edificação baseada em containers é bem simples, podendo ser realizado ao apoiar a sua estrutura principal em uma estrutura fixa ao solo, como visto na Figura 26. Isso ocorre porque o container foi projetado para ter uma estrutura principal sólida e auto sustentável, permitindo a utilização da fundação direta. É comum que as



construções com o uso de containers sejam apenas apoiadas em blocos de concretos fixados ao chão em suas extremidades (XAVIER, 2015).

Figura 26 - Edificação baseada em container



Fonte: If Container (2022).

Para Castilho et al. (2015), em relação aos cortes das regiões laterais, a sua execução deve ser realizada de forma cuidadosa e por profissionais especializados. Quando se trata da instalação de esquadrias, existem vários fatores muito importantes que precisam ser levados em consideração por se tratar de uma etapa em que os erros podem ser críticos para a viabilidade do projeto. Tendo como orientação o projeto arquitetônico da edificação, os locais de corte devem ser marcados e conferidos para não ocorrerem erros substanciais ao projeto.

Ainda segundo Castilho et al. (2015), uma vez realizado o corte, não existe a possibilidade de recuperar a estrutura original da chapa metálica e caso algum erro ocorra, podem ser realizadas soldagens visando corrigir o problema, porém, com esse processo, o surgimento de superfícies mais suscetíveis à corrosão é inevitável, facilitando o processo de infiltração.

A Figura 27 apresenta um corte lateral sendo realizado em um container.

Figura 27 - Corte da lateral de um container



Fonte: Só Containers (2022).

Conforme Castilho et al. (2015), os cortes laterais devem ser bem planejados e executados, pois se forem realizados muitos cortes ou em regiões indevidas, pode ocorrer um enfraquecimento da estrutura do container. Se necessários, reforços estruturais podem ser realizados para suprir o equilíbrio de distribuição de forças da estrutura principal, gerando um aumento nos custos. A estrutura principal do container, horizontal e vertical, precisa ser preservada e não podem ser realizados cortes ou danos às suas superfícies.

Concluída a parte de recorte, se dá início ao processo de instalação das esquadrias, onde a sua execução é realizada de forma similar aos demais sistemas construtivos convencionais. A principal diferença está relacionada à parte anterior a esse processo, onde é necessário a instalação de molduras de aço nas aberturas que irão receber as esquadrias com o objetivo de aumentar a superfície de contato e possibilitar a colocação de caixilhos que permitem a sua fixação. Isso ocorre devido à fina espessura das chapas metálicas que envolvem o container, não sendo possível a instalação de esquadrias de uma forma direta na superfície onde a abertura foi executada (BATISTA, 2016).

Através da Figura 28 podemos observar a diferença entre as superfícies com moldura e as sem moldura.

Figura 28 - Diferença entre superfícies sem e com moldura



Fonte: Batista (2016)

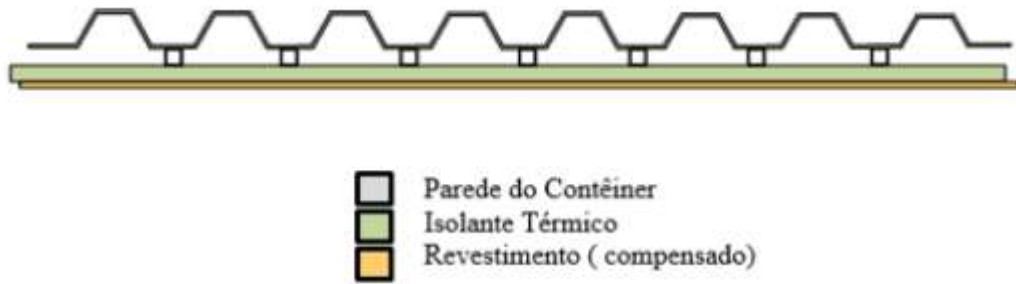
Os containers têm como características, serem ótimos condutores de calor e péssimos isolantes acústicos. Podem ser utilizados qualquer tipo de materiais ou sistemas responsáveis por esses tratamentos, porém, deve-se tomar cuidado com a espessura, que não pode ser muito grande para não reduzir o espaço interno da edificação, já que esse tratamento é feito na região interna do container (DOMINGOS, 2014).

Para Lopes et al. (2016), o tratamento acústico e térmico precisa ser levado em consideração durante a etapa de planejamento do projeto por ser uma parte de extrema importância para a realização da obra. As partes elétricas e hidráulicas são embutidas nas paredes junto ao tratamento acústico e térmico, exigindo um melhor planejamento e cuidado na execução.

Em relação às instalações elétricas e hidrossanitárias, a execução é similar aos demais sistemas construtivos convencionais, são instaladas antes da camada de revestimento interno no container. Os eletrodutos e encanamentos são posicionados em vãos criados entre a camada de revestimento e a chapa metálica do container (RODRIGUES, 2015).

A Figura 29 demonstra as camadas de revestimento normalmente utilizadas em estruturas baseadas em container.

Figura 29 - Camadas de revestimento em estruturas baseadas em container



Fonte: Giancesini e Kieling (2014) apud Rodrigues (2015).

De acordo com Rodrigues (2015), ao finalizar as instalações elétricas e hidrossanitárias, assim como a parte de isolamento térmico e acústico, é necessária a instalação de um revestimento interno no container com a finalidade de cobrir as instalações anteriores e dar um melhor acabamento para a edificação.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi desenvolvido através da metodologia de estudo de caso, que segundo Yin (2010), é a metodologia adequada para tratar investigações e monitoramentos de fenômenos em seu contexto real, através da observação direta. Onde o pesquisador atua como observador, coletando os dados presentes no estudo com pouco controle sobre as suas manifestações.

O estudo de caso, também conhecido como trabalho de campo, necessita de um prévio planejamento detalhado, tomando como base os ensinamentos adquiridos do referencial teórico e das demandas específicas referentes aos objetivos do trabalho (YIN, 2001).

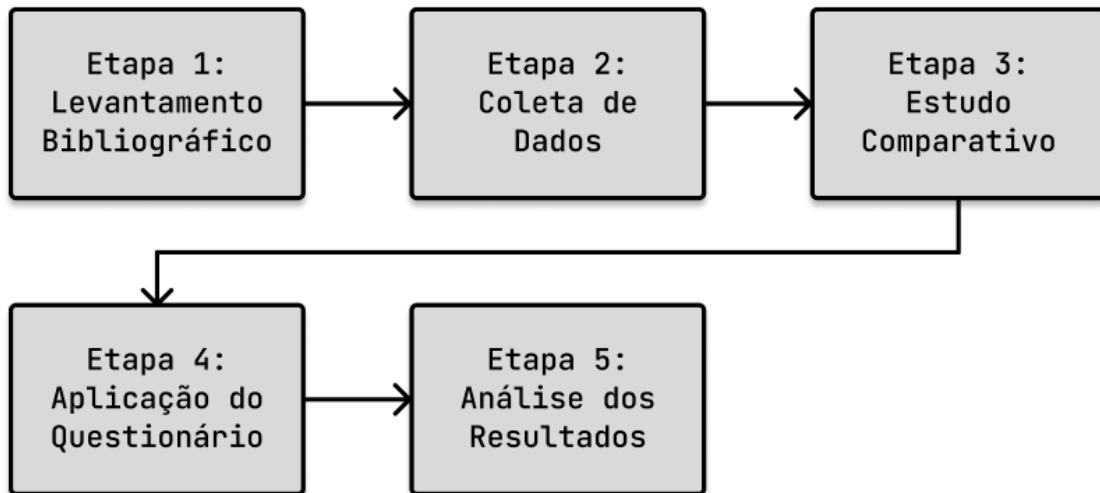
A abordagem qualitativa foi escolhida, visando a compreensão do objeto de pesquisa através de um estudo amplo, considerando o contexto em que ele está inserido. A natureza da pesquisa é exploratória, cujo propósito é evidenciar as características do objeto de pesquisa, tendo uma maior proximidade com o seu universo (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

O desenvolvimento de um estudo de caso precisa cobrir um processo de quatro etapas: projeto de pesquisa, coleta de dados, análise de dados e reflexão *post hoc*. A partir dessas categorias, a realização da pesquisa será melhor organizada e melhor conduzida de modo a apresentar uma maior qualidade em seus resultados (GOFFIN, Keith et al. 2019).

O local escolhido para a realização do estudo foi a cidade de Macaé, no estado do Rio de Janeiro, situada a 180 quilômetros a nordeste da capital do Estado. É uma cidade costeira e a maior parte da sua economia está focada na exploração dos recursos marítimos.

Foram seguidas algumas etapas para cumprir os objetivos deste trabalho. Elas estão representadas no fluxograma ilustrado na Figura 30.

Figura 30 - Metodologia utilizada



Fonte: Do autor (2022).

A etapa 1 consiste na realização da revisão bibliográfica em artigos, livros, apostilas, monografias e sites de internet de grandes empresas que atuam no setor da construção civil com o objetivo de levantar informações importantes e fundamentar o estudo de caso. Nessa etapa, os conceitos da Economia Circular são abordados, assim como a sua aplicação em diferentes áreas, principalmente na indústria da construção civil. Além disso, é abordado o uso de container como método construtivo e sua aplicabilidade nos diferentes tipos de edificações.

Terminado o levantamento bibliográfico, temos a etapa 2 que se baseia na realização da coleta de dados em campo. Durante essa etapa, as informações a respeito do processo de construção da hamburgueria Black Truck, na cidade de Macaé - RJ, puderam ser obtidas. Outros dados importantes, como a história da empresa, o investimento realizado e as dificuldades encontradas, também foram coletados através de entrevistas com os donos do empreendimento com o intuito de fazer um estudo mais preciso e focado no objetivo do trabalho.

Através da realização das etapas anteriores, foi possível o desenvolvimento de um estudo comparativo entre a teoria encontrada e a execução observada na prática, o que é demonstrado pela etapa 3. As propriedades e características da Economia Circular observadas em campo foram destacadas nessa etapa, além de uma análise do sistema construtivo baseado em containers.

Durante a etapa 4, foram preparados e aplicados questionários relacionados à utilização de containers como método construtivo e a aceitação desse modelo pelos clientes e

frequentadores da hamburgueria. O principal intuito é analisar a atratividade desse método e a percepção dos seus pontos fortes e fracos pelo público consumidor dessas edificações.

E por último, após a realização de todas as etapas anteriores, pôde ser realizada a etapa 5, onde as informações obtidas durante o desenvolvimento de todo o estudo foram analisadas visando atingir os objetivos propostos.

## 4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado no terreno do atual Black Truck de Macaé, onde foi construída a nova hamburgueria pertencente à franquia. O principal sistema construtivo escolhido é baseado na utilização de containers reutilizados. Outros sistemas como a alvenaria tradicional e o *drywall* também foram utilizados, porém em uma escala bem reduzida.

Na seção seguinte, será apresentada uma contextualização da empresa Black Truck, desde a sua ideia de implantação, passando por todos os seus empreendimentos estabelecidos, até a criação da hamburgueria oficial Black Truck, palco do estudo de caso.

Já na seção 4.2, os resultados obtidos durante a análise da execução do novo empreendimento serão exibidos, assim como as considerações relacionadas à execução do projeto e também, a aplicação do questionário junto à análise dos dados coletados.

### 4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa Black Truck teve início em 2016 a partir de um Food Truck localizado na Avenida Vale dos Cristais, Imboassica, Macaé. A sociedade entre dois empreendedores locais, Vitor e Vinícius, muito antenados na demanda gastronômica da região de Macaé, por serem donos anteriormente de um aplicativo de delivery, foi importante para definir esse local como uma área estratégica com um bom custo benefício em relação ao investimento inicial e baseado na oportunidade de atração para potenciais clientes de seu empreendimento.

Com o sucesso do Food Truck, e a necessidade de aumentar sua produção e seu alcance, devido à alta demanda solicitada e a possibilidade de expansão, um ano depois, em 2017, o Black Truck migrou para um restaurante fixo localizado no Bairro Cavaleiros, Macaé.

Posicionado em um dos principais centros de gastronomia da cidade de Macaé, o Black Truck atingiu notoriedade e destaque na região, alcançando assim, as expectativas de crescimento geradas pelo novo investimento.

Em paralelo ao funcionamento do restaurante, os sócios planejavam iniciar novos empreendimentos na região de Macaé. A ideia inicial era a criação de um local utilizado para a confraternização pós expediente da população que trabalhava em Macaé. Para isso, teriam três tipos de empreendimentos no mesmo terreno: Um café, com diferentes tipos de petiscos para atrair o seu público-alvo, um horto, com diversos tipos de plantas, trazendo assim um ambiente mais agradável e a possibilidade de uma nova fonte de renda, e por fim, uma aceleradora de



startups, onde eles poderiam ampliar os seus níveis de atuação e, ao mesmo tempo, possibilitar o crescimento de novos empreendimentos na região.

Fatores como a falta de estacionamento no Cavaleiros, local onde se localiza o restaurante, e o seu alto valor de aluguel e manutenção mensal, estavam gerando insatisfação aos sócios e aos clientes do estabelecimento. O plano anterior foi alterado visando transferir o Black Truck para uma nova localidade. Então ao invés de um novo negócio (criação do café), o Black Truck deveria mudar de local e ser esse ambiente de Happy Hour planejado.

O terreno escolhido para essa função fica localizado na Rua Professora Jacyra Tavares Duval, Macaé. A extensão total do terreno é de 380 m<sup>2</sup>.

De acordo com um estudo demográfico realizado pelos próprios donos do estabelecimento, esse local foi escolhido por se localizar na entrada dos grandes condomínios da Glória em Macaé. Com isso, ele estaria no caminho das pessoas que retornam de seu trabalho para casa.

Os principais fatores contribuintes para a escolha de containers como método construtivo foram: o baixo custo de compra do container, a economia de tempo durante a execução da obra e a sua facilidade de locomoção caso ocorra uma futura troca de terreno. Outro fator importante que também foi levado em conta é a baixa geração de resíduos/entulhos, possibilitando assim, uma obra mais sustentável, característica muito valorizada pela empresa.

Atualmente, o Black Truck conta com um sistema de franquias onde um restaurante já está em funcionamento na cidade de Santa Cruz do Sul, RS, e quatro outras franquias estão em processo de execução.

O projeto atual do Black Truck, que conta com a utilização de containers para a sua construção é recomendado para as franquias, porém não é obrigatório, sendo de liberdade do franqueado optar pelo modelo construtivo de seu restaurante.

## 4.2 RESULTADOS

Neste item, os resultados serão apresentados tomando como base o ciclo de vida de uma edificação no setor da construção civil. Onde será traçado um paralelo entre a sua execução e a aplicação das propriedades da circularidade essenciais para a manutenção da Economia Circular.

Em cada uma das etapas do ciclo de vida da edificação presentes na seção 2.2 deste trabalho, pode-se observar e analisar a utilização dos conceitos inerentes à Economia Circular. No estudo de caso presente neste trabalho, todas as etapas puderam ser observadas, tomando como partida o planejamento do novo empreendimento, junto à demolição de partes restantes da antiga edificação que existia no local da obra.

As propriedades da circularidade estão presentes na seção 2.2 deste trabalho e são utilizadas para analisar o potencial de circularidade do objeto de estudo. As principais características analisadas estão relacionadas com a redução da utilização de recursos extraídos diretamente da natureza, potencial de reutilização, potencial de reciclagem e eficiência na execução do projeto e no uso dos recursos.

#### **4.2.1 Análise do terreno**

A análise do terreno tem como objetivo identificar um local propício para a realização da obra levando em conta fatores específicos de cada empreendimento planejado. No caso do Black Truck de Macaé, o terreno localizado na Rua Professora Jacyra Tavares Duval - Glória, Macaé possui uma extensão de 380 m<sup>2</sup>, tendo assim uma área grande o suficiente para comportar as demandas de espaço, como observado nas plantas (Anexos A e B).

A localização do terreno está alinhada com o estudo demográfico realizado pelos sócios proprietários da empresa, por ser um ponto estratégico posicionado na entrada dos grandes condomínios da Glória, estar perto de outras áreas residenciais e próximo a bairros importantes para o setor gastronômico de Macaé como os Cavaleiros.

A Figura 31 apresenta uma imagem de satélite referente à localização do terreno escolhido.

Figura 31 - Mapa da localização do terreno



Fonte: Google Maps (2022).

O local possui fácil acesso por estar adjacente à Linha Verde, que conecta importantes regiões de Macaé, e próximo à Rodovia Amaral Peixoto, principal rodovia da cidade.

A escolha do terreno leva em consideração a possibilidade de fácil acesso e locomoção dos contêineres sem que seja necessária uma abertura de espaço, o que ocasionaria a demolição ou alteração de alguma estrutura existente e com isso a utilização de mais recursos.

#### 4.2.2 Projeto

O projeto precisava atender às demandas de possuir ambientes mais amplos e a sua execução precisava ser rápida e efetiva. O método construtivo baseado em containers foi escolhido principalmente devido ao custo de compra atraente do container, sua menor demanda de tempo na realização da obra, sua mobilidade em caso de uma possível troca de local e a baixa produção de resíduos, sendo uma obra com uma forte característica de sustentabilidade.

O modelo de container utilizado foi o HC Dry Box de 40 pés, com 12 metros de comprimento por 2,5 metros de largura e uma altura de 2,6 metros. Sua escolha está relacionada ao seu maior tamanho em relação ao de 20 pés, o que permite um ambiente mais amplo e agradável.

Com a utilização de softwares de auxílio, o projeto da obra pôde ser realizado, tendo como foco o maior aproveitamento possível do terreno pensando principalmente no conforto dos clientes. Para isso, o modelo escolhido foi o de posicionar os containers nas partes laterais do terreno (como retratado nos Anexos A e B), deixando assim, uma área com livre movimento entre eles e fazendo com que o ambiente fique agradável para os seus frequentadores. Um ponto importante também, é a preocupação em tornar o local atraente e capaz de receber eventos futuros.

A princípio, era de interesse comum que a obra tivesse sua execução em um prazo curto e dividida em três etapas: Preparo do solo; Modulação e modificação dos containers; Acabamentos e adereços.

Na primeira etapa, foram tomadas as ações referentes ao terreno, relacionadas ao seu nivelamento para o futuro posicionamento dos containers. Na segunda etapa, com ajuda de um guindaste alugado, os contêineres foram posicionados no terreno. Na terceira e última etapa, os containers foram modificados e reforçados de acordo com o projeto e os acabamentos gerais da obra foram executados. Nessa etapa, são abordadas as finalizações como pinturas, colocação de adesivos, posicionamento das mobílias e também os cuidados com o freezer e a despensa de alimentos, entre outros.

Na fase de planejamento pode-se observar a utilização de diferentes propriedades da circularidade. A utilização do método construtivo baseado em containers está relacionada ao reuso do container, um material proveniente de outra cadeia produtiva. O projeto visa também, o menor número de desperdício possível, sendo reutilizado todos os materiais possíveis durante a execução da obra, por exemplo as chapas laterais cortadas do container que podem ser reutilizadas em diferentes locais da edificação.

A preocupação com a modularidade da edificação mostra um cuidado com um possível final do ciclo de vida, onde a escolha de containers permite a movimentação e reutilização em um novo local.

### **4.2.3 Execução da obra**

A seguir estão listados todos os processos realizados durante a execução da obra, contendo sua descrição detalhada e as características da circularidade observadas durante sua realização.

#### *4.2.3.1 Demolição*

Para dar início ao processo construtivo da obra, foi preciso fazer a demolição de algumas estruturas de pequeno porte presentes no terreno. Como se tratavam de estruturas pequenas, apenas ferramentas básicas de demolição foram o suficiente para a realização do trabalho.

A limpeza do terreno, na maior parte, se resumiu na retirada da vegetação que cresceu no local. Ao final do processo, foram utilizadas duas caçambas para o devido descarte de todos os entulhos retirados.

Os materiais descartados foram somente aqueles que não ofereciam alguma forma de reuso, a maioria eram plantas e vegetações provenientes do local e restos de estruturas pertencentes ao método construtivo de alvenaria.

#### *4.2.3.2 Fundação*

Com o terreno limpo, a fase de nivelamento do terreno pôde ser iniciada. Com o auxílio de estacas de madeira em todos os cantos da área que seria nivelada, uma mangueira de nível foi utilizada para marcar e fazer a amarração da linha de pedreiro em cada estaca. Depois de repetir o processo em todas as estacas, foi possível visualizar os locais desnivelados para acrescentar ou retirar terra. Como o terreno estava bem linear e continha poucos buracos, apenas uma movimentação de pequenas quantidades de terra em seu interior já foi o suficiente para o seu inteiro nivelamento.

Com o terreno nivelado, uma fina camada de solo arenoso foi distribuída na superfície de todo o terreno. Nas marcações em que os contêineres seriam colocados, foram feitos buracos para o posicionamento de estruturas de concreto pré-fabricado.

Os containers comprados para a construção possuem uma base pré-fixada em seu inferior, podendo ser colocados em cima das estruturas de concreto posicionadas previamente no solo.

Por ser uma fundação simples, a utilização de recursos é bem reduzida e a geração de resíduos é quase nula.

#### 4.2.3.3 Modulação

Conforme o projeto da obra, dois contêineres seriam posicionados nas laterais do terreno e um terceiro ficaria um andar acima, posicionado com cada uma de suas extremidades em cima dos containers laterais, cruzando assim o terreno de um lado para o outro como na Figura 32.

Figura 32 - Posicionamento dos containers



Fonte: Autor (2022).

Com a ajuda de um guindaste, os containers foram içados e posicionados em seus respectivos locais previamente demarcados no solo com as placas de concreto pré-fabricado.

Por fim, uma camada de brita e pó de brita foi adicionada na superfície do terreno, principalmente ao redor das estruturas de concreto embaixo dos containers.

#### 4.2.3.4 Acabamentos

O acabamento acabou sendo a etapa mais demorada da obra. Todos os ajustes para tornar o local agradável e confortável foram realizados nessa etapa.

Os containers precisaram ser cortados nas laterais para possibilitar a circulação de pessoas entre os ambientes (Figura 33). Com o objetivo de manter a capacidade de sustentação e evitar o abaulamento na região superior dos containers, foram instaladas estruturas de sustentação de aço.

Figura 33 - Corte lateral do container



Fonte: Autor (2022).

As placas retiradas das laterais foram utilizadas para a construção de um palco na região do fundo do terreno (Figura 34). O piso dos containers comprados já era de madeira, sendo assim, apenas um tratamento com verniz foi realizado.

Figura 34 - Palco criado através da lateral cortada do container



Fonte: Autor (2022).

Na região da cozinha, uma coifa foi instalada para funcionar como um sistema de exaustão, fazendo com que o calor gerado no local fosse repellido para o exterior pela parte superior do container (Figura 35). Na lateral, uma parede de *drywall* foi construída para a criação de uma área destinada ao estoque das mercadorias. O revestimento baseado em porcelanato foi o escolhido para a região.

Figura 35 - Coifa instalada na cozinha



Fonte: Autor (2022).

Todos os containers foram reformados e pintados. Alguns deles precisaram ser desamassados por terem sofrido algum tipo de batida.

Por fim, os móveis e os paletes de madeira foram posicionados para possibilitar o início do funcionamento do local (Figura 36).



Figura 36 - Local pronto para o funcionamento



Fonte: Autor (2022).

Uma característica marcante dessa parte da obra é a reutilização de materiais externos e internos. Os paletes e madeira foram reutilizados no piso exterior da edificação. Já as laterais cortadas do container puderam ser utilizadas em outros locais da própria edificação.

#### **4.2.4 Princípios da Economia Circular encontrados no ciclo de vida da edificação**

A partir dos dados obtidos nas etapas anteriores, foi possível fazer uma relação entre os aspectos de circularidades encontrados em cada um dos estágios do ciclo de vida da edificação (Quadro 8).

Quadro 8 - Relação entre os aspectos de circularidade e cada estágio do ciclo de vida da edificação

<b>Estágio do ciclo de vida</b>	<b>Aspectos de Circularidade</b>
<b>Análise do terreno</b>	Preocupação com a geração de resíduos ocasionados pela movimentação das estruturas necessárias para a obra.
<b>Projeto</b>	Container foi reutilizado como principal elemento para a construção da edificação.
	Preocupação com um possível reuso das estruturas no futuro.
	Projeto visa a reutilização de resíduos.
	Menor número de desperdício possível.
<b>Demolição</b>	Descarte correto dos resíduos encontrados no terreno.
<b>Construção</b>	Utiliza containers reciclados para a construção da edificação.
	Reutilização das chapas laterais dos containers para a construção do palco.
	Restauração dos paletes de madeira para servirem de revestimento para o pátio.
	Menor número de geração de resíduos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Com a análise do quadro acima, podemos observar que a etapa de projeto e a etapa de construção foram as mais afetadas pelo uso dos princípios da circularidade. Essas duas etapas possuem papel fundamental no desenvolvimento de uma edificação, tanto que as decisões tomadas durante suas etapas estão diretamente relacionadas à capacidade de circularidade em um empreendimento.

#### 4.2.5 Cronograma Final

Em relação ao cronograma final, pode-se observar três etapas principais, previstas anteriormente pelo projeto inicial de realização da obra: Preparação do terreno, modulação e acabamento. Cada etapa foi subdividida em fases menores para o melhor entendimento da sua demanda de tempo durante a execução, como exposto no Quadro 9.

Quadro 9 - Cronograma de execução da obra

Cronograma		Tempo	
Geral	Detalhado	Parcial	Total
Preparação do terreno	Demolição	4 dias	15 dias
	Terraplanagem	9 dias	
	Fundação	2 dias	
Modulação	Transporte	1 dia	2 dias
	Posicionamento	1 dia	
Acabamento	Cortar Laterais	10 dias	65 dias
	Tratar Imperfeições	6 dias	
	Sustentação	5 dias	
	Pisos	8 dias	
	Coifa	2 dias	
	Parede Interna	6 dias	
	Pintura	10 dias	
	Mobília	8 dias	
	Outros Ajustes	10 dias	
Finalização	82 dias		

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os valores apresentados na tabela acima são uma média de tempo referente a cada etapa. Em algumas partes desse processo, fatores externos como a lentidão para encontrar mão de obra especializada disponível e a ocorrência de chuva foram causadores de uma maior demora na entrega da obra.

Pode-se observar, que cerca de 80% do tempo total da obra foi utilizado na etapa de acabamento, isso ocorre principalmente devido a ela estar diretamente relacionada com a qualidade da estética e conforto que o empreendimento disponibiliza para os seus clientes. Outro fator é a rapidez no processo de fundação e posicionamento das estruturas em container, uma característica bem importante pertencente ao sistema construtivo baseado em containers.

No dia 18 de dezembro de 2019 o novo Black Truck foi inaugurado. Como toda a estrutura de funcionamento da hamburgueria já estava formada anteriormente, o processo de transferência dos equipamentos e materiais necessários para o início das operações foi bem rápido, precisando de apenas um dia após o término da obra.

#### 4.2.6 Investimento total

O custo final da obra foi de aproximadamente R\$140.000,00, contabilizando todo o capital aplicado na realização do novo empreendimento.

O valor de cada contêiner foi de R\$9.000,00 com pintura eletrostática e selo de qualidade provido pela empresa fornecedora. Após um ano, o valor de cada contêiner subiu para R\$12.500,00. O valor médio da mão de obra utilizada foi de aproximadamente R\$210,00 por dia de operação. A coifa utilizada na cozinha para o sistema de exaustão custou R\$8.000,00.

Um mega guindaste específico para a movimentação de contêineres precisou ser utilizado no processo de transporte e posicionamento. Cada hora de operação correspondia a R\$4.000,00.

Com o objetivo de um melhor entendimento do custo das diferentes etapas da obra e uma futura comparação desses valores, o Quadro 10 foi criada sendo considerada uma média dos valores aplicados em cada container.

Quadro 10 - Investimento médio por container

<b>Investimento Médio por Container</b>	
<b>Setor</b>	<b>Valor</b>
Container	9000
Transporte	3000
Serralheria	2500
Marcenaria	8500
Componentes Hidráulicos	1500
Componentes Elétricos	2000
Mão de Obra	6000
Pintura	1500
Mobília	3000
<b>Total</b>	<b>37000</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao final desse processo, observa-se que o custo médio por contêiner foi de R\$37.000,00, incluindo os gastos em sua aquisição, transporte, modificação e mobília posicionada em seu interior.

#### **4.2.7 Avaliações**

No projeto da obra foi previsto o uso de três contêineres, porém durante a etapa de execução, apenas os dois pertencentes ao pavimento térreo foram totalmente finalizados. O principal motivo foi a percepção, durante a obra, de que o pavimento superior, destinado à aceleração de startups, poderia ser realizado em uma data futura por se tratar de um departamento independente da hamburgueria, não impedindo o seu funcionamento.

Uma preocupação percebida durante a etapa de projeto é a alta temperatura de dia na cidade de Macaé, problema que se agrava com a utilização de estruturas que absorvem o calor do sol, porém como o vento possui livre passagem, a sua circulação percorre a edificação de um lado ao outro, fazendo com que não fique muito calor. E como o período de funcionamento é noturno, o calor restante é dissipado não gerando algum desconforto aos funcionários e clientes.

As principais desvantagens observadas estavam relacionadas à dificuldade na contratação de mão de obra especializada para lidar com estruturas de container, segurança dos equipamentos e materiais, onde era necessário um grande esforço para guardar tudo em segurança e as chuvas que acabaram prejudicando ou até mesmo interrompendo o desenvolvimento da edificação.

Quando nos referimos à vantagens, o visual moderno fornecido pelo uso de containers junto à sua pintura fez com que a edificação tivesse certo destaque entre as construções vizinhas. A loja ficou maior e com ambientes mais amplos que a anterior e por ser um local de menor movimento, havia mais disponibilidade de estacionamento para os clientes da hamburgueria. A rapidez na execução também foi um importante fator.

No primeiro mês de operação foi constatado um aumento de 25% nas vendas. Esse resultado está diretamente relacionado às vantagens listadas anteriormente, o fator novidade e o design diferente, principalmente pelo posicionamento de um container em cima do outro, geraram curiosidade e conseqüentemente um maior público consumidor para a hamburgueria.

Uma modificação necessária depois de alguns meses de funcionamento foi a troca dos paletes de madeira do piso do pátio para uma superfície concretada, devido à facilidade de a madeira estragar, mesmo com os cuidados tomados com verniz, e o barulho e irregularidade apresentados pelo piso de madeira.

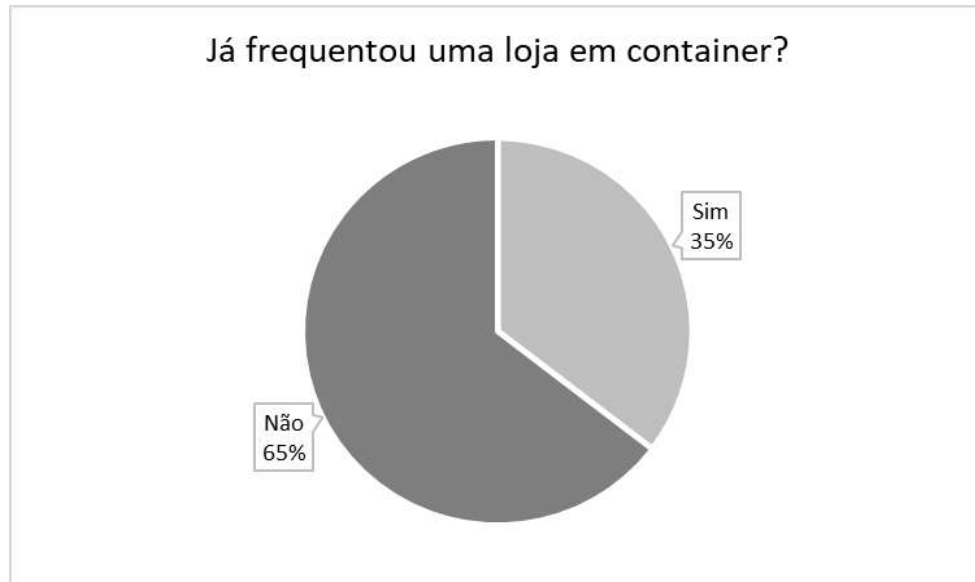
#### **4.2.8 Aplicação do Questionário**

Com o objetivo de analisar qualitativamente a atratividade desse método construtivo e a percepção dos seus pontos fortes e fracos pelos clientes e frequentadores da hamburgueria, o questionário de múltipla escolha contendo perguntas diretas, presente no Anexo D, foi aplicado.

O questionário foi aplicado durante o mês de janeiro de 2021 na hamburgueria Black Truck durante o seu funcionamento, contendo quatro perguntas. No total, foram ouvidas 96 pessoas.

Com o objetivo de entender a proximidade dos clientes com o método construtivo baseado em containers, foi questionado se já tiveram contato com empreendimentos que utilizam esse modelo. Os resultados obtidos podem ser observados através do Gráfico 1.

Gráfico 1 - Pesquisa com clientes sobre o conhecimento de lojas container



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como visto no gráfico, 65% dos clientes ainda não tinham frequentado uma loja container. Um percentual relativamente alto, significando uma baixa utilização desse modelo nas localidades próximas.

Para entender os principais pontos positivos observados pelos clientes da hamburgueria, foi perguntado também, qual o maior atrativo da nova loja, tendo como opção de escolha a localização, a estética, o conforto, o espaço interno e nenhuma mudança observada. Os resultados podem ser observados através do Gráfico 2.

Gráfico 2 - Pesquisa com clientes sobre o principal atrativo da loja container



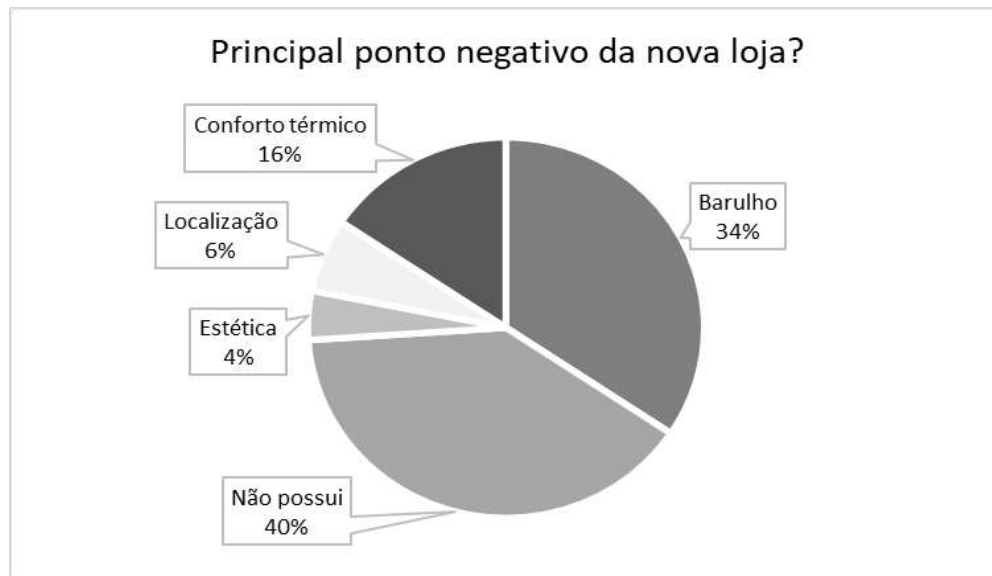
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Com mais da metade das respostas, a estética foi o principal ponto forte observado pelos clientes. Provavelmente esse fator ocorreu devido à pintura da edificação na superfície metálica dos containers utilizados, o que proporciona um destaque em relação às demais construções ao seu redor.

A localização foi o segundo ponto com 22%, onde o principal fator está relacionado à escolha do terreno e a possibilidade de estacionamento nas suas proximidades. Em terceiro, temos o espaço interno com 14%, que foi uma característica levada em conta durante o planejamento do projeto. O conforto foi apontado por 6% dos clientes, esse fator está mais relacionado com as mobílias e a sensação de conforto do ambiente.

Com o intuito de analisar também os pontos fracos observados pelos clientes da hamburgueria, foi perguntado qual o principal ponto negativo da nova loja, tendo como opção de escolha o conforto térmico, barulho, localização, estética e nenhum ponto observado. Os resultados estão expostos no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Pesquisa com clientes sobre o principal ponto negativo da loja container



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Dentre as escolhas disponíveis, o barulho apresentado pela edificação foi apontado como o principal ponto negativo, isso acontece devido à maior parte do material utilizado ser metálico. O conforto térmico também possui uma porcentagem expressiva de 16%. A dificuldade de repelir o calor acumulado durante o dia está relacionado a esse ponto observado.

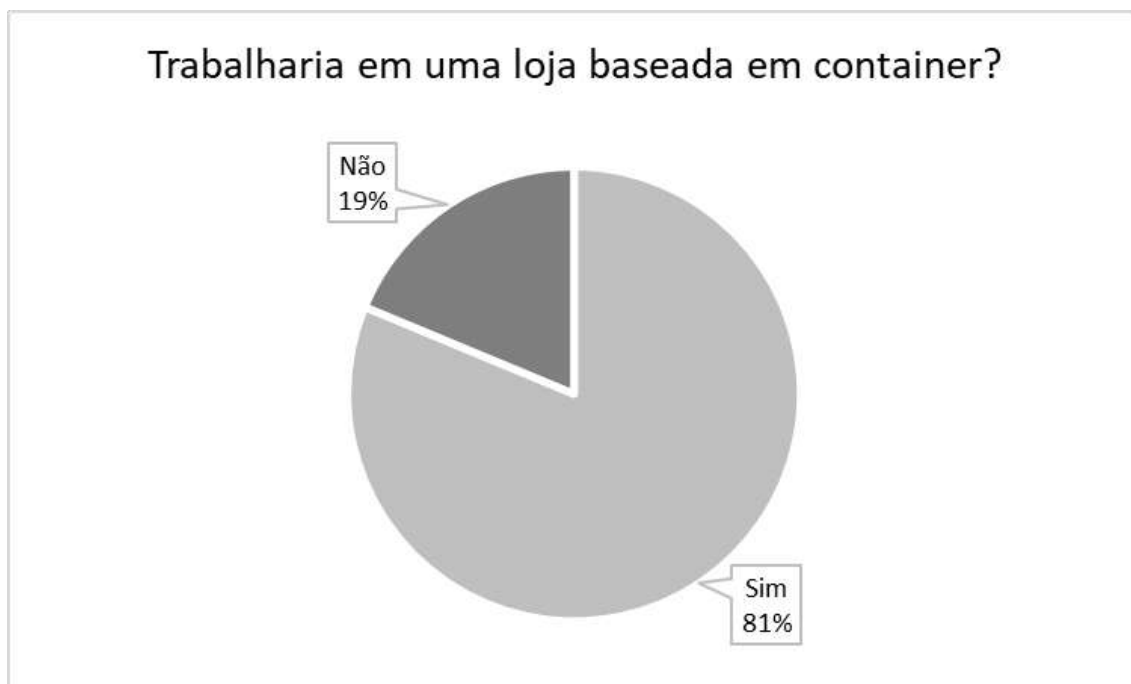
Fatores como a localização e a estética, representaram um percentual muito baixo em relação aos demais pontos apresentando, respectivamente, 6% e 4% do valor total.

Outro importante fator observado é que 40% dos clientes não apontaram nenhum dos fatores como ponto negativo. Sinal de que o planejamento e a execução da obra conseguiram proporcionar um ambiente agradável para o funcionamento da hamburgueria.

Ao final, com o objetivo de avaliar a aceitação do modelo construtivo baseado em containers para possíveis usuários futuros dessas edificações, foi questionado se o ambiente proporcionado pelas construções em container seria escolhido como um futuro local de trabalho. Os resultados podem ser observados pelo Gráfico 4.



Gráfico 4 - Pesquisa com clientes sobre a aceitabilidade da loja container como um local de trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como visto no gráfico anterior, 81% dos frequentadores questionados aceitariam utilizar uma edificação baseada em container como o seu local de trabalho, sendo verificado um alto grau de aprovação do modelo.

## 5 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A implantação da Economia Circular no setor da construção civil conforme Esa, Halog e Rigamonti (2017), é muito importante para proporcionar um emprego menor de recursos naturais e também uma menor geração de resíduos. Como visto, segundo ROMANO et al. (2014), ao reutilizar contêineres para a construção de uma edificação, o desperdício desse material é evitado e também o seu descarte no meio ambiente, contribuindo para a circularidade do sistema. Este fator pôde ser observado na realização do trabalho, onde devido ao planejamento correto do projeto e a sua execução durante a obra, foram evitados desperdícios.

Para Liu e Bai (2014), todos os tamanhos de empreendimentos podem ser gerenciados através do modelo proposto pela Economia Circular, tendo maior resistência nas empresas de pequeno e médio porte. Essa característica faz com que essas empresas optem por modelos construtivos tradicionais. Ao considerar a adoção de um modelo pouco utilizado na região, os donos do Black Truck apostaram em algo novo, trazendo um risco maior à execução do empreendimento.

Segundo Adams et al. (2017), durante o ciclo de vida de uma edificação, os princípios da Economia Circular podem ser aplicados. Conforme Tavares et al. (2006), o ciclo de vida de uma edificação pode ser separado em diferentes etapas desde a fabricação de materiais até a demolição da construção. Durante as diferentes etapas da execução da obra, foram observados características e princípios da Economia Circular que colaboraram para a execução de uma obra limpa.

O estudo de caso mostrou que a circularidade é importante por trazer ao empreendimento uma característica de sustentabilidade, tendo uma preocupação na geração de resíduos, na reutilização e reciclagem dos seus componentes. Com a utilização dos containers, várias partes que foram desmontadas puderam ser reutilizadas para a construção de outras estruturas, como por exemplo a placa lateral do container utilizada para a fabricação do palco.

A utilização de contêineres na construção civil, segundo Rodrigues (2015), possui vantagens competitivas. As principais vantagens observadas durante o estudo de caso foram a rapidez durante a execução da obra e o modelo estético apresentado pelas estruturas de container que trouxeram um destaque à edificação quando comparada com as construções ao seu redor, que em sua maioria utilizam o método de alvenaria tradicional.

O tempo total de execução da obra, observado durante a realização do estudo de caso, foi de 82 dias com a utilização de contêineres. Conforme Domingos (2014), o método construtivo baseado em containers se destaca devido à sua velocidade de execução, onde pode ser concluída entre 60 e 90 dias. Ou seja, a projeção de tempo esperada na teoria pôde ser comprovada na prática do estudo de caso.

Outro fator importante é a modularidade dos containers, o que possibilita um fácil manejo e com isso uma ampla possibilidade de configuração e design arquitetônico. Para Rodrigues (2015), a modularidade apresentada por esse modelo construtivo é interessante por oferecer a possibilidade de deslocamento da edificação para locais de interesse estratégico da empresa. No estudo de caso, esse fator foi levado em consideração durante o projeto da edificação, onde um dos fatores que contribuíram para a escolha do método construtivo baseado em containers foi a possibilidade de deslocamento futuro da edificação, principalmente devido ao fato do terreno ser alugado. Essa característica contribui para a circularidade por viabilizar a reutilização de grande parte da edificação já construída, diminuindo a geração de resíduos e uma menor utilização de recursos naturais.

## 5.1 RECOMENDAÇÕES

É altamente recomendado a utilização dos princípios da Economia Circular durante o planejamento e execução de edificações, independente do modelo construtivo escolhido. O engenheiro civil possui um importante papel de decisão em uma obra e ao optar por aderir à circularidade em seus projetos, além de colaborar com o fortalecimento da Economia Circular como um sistema amplo, estará agregando valor ao seu produto.

A utilização do método construtivo baseado em containers para edificações comerciais é viável e pode ser escolhido principalmente quando o tempo de execução da obra for um fator de grande importância para a empresa. Deve-se ter atenção à disponibilidade de empresas provedoras de containers na região da obra e também da mão de obra especializada para esse tipo de edificação.

Uma possível melhoria do projeto abordado no estudo de caso seria um melhor posicionamento dos containers, colocando suas extremidades sobre a estrutura principal do container de base. Segundo Sawyers (2018), a estrutura principal é ideal para esse posicionamento por ser estável e projetada visando o empilhamento dos containers.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou analisar um modelo de negócio circular junto à possibilidade da utilização de containers reciclados para a construção de edificações comerciais. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico relacionado ao tema com diferentes fontes de pesquisa junto ao estudo de caso, que teve como base a empresa Black Truck em Macaé.

Através do estudo de caso, foi possível constatar a aplicação dos princípios da circularidade nas diferentes etapas da execução e planejamento da edificação. Fator que possibilitou uma maior reutilização de materiais internos da obra e externos, vindos de outras cadeias de produção, o que ocasiona uma menor utilização de recursos naturais e uma menor geração de resíduos sólidos, considerado um grande problema do setor da construção civil.

Observou-se que as fases de planejamento e de execução da obra, pertencentes ao ciclo de vida de uma edificação, foram as mais afetadas pelas ações relacionadas à circularidade. Em ambas as fases, o reaproveitamento de materiais foi o principal fator que contribuiu para um maior potencial de circularidade do empreendimento.

Durante a construção da estrutura em container, os principais fatores positivos observados foram a rapidez na execução da obra, a estética diferenciada e a menor geração de resíduos. Por outro lado, a dificuldade de obtenção de mão de obra qualificada e a alta temperatura durante o período do dia são fatores que precisam ser considerados durante a etapa de planejamento da obra.

A verificação da aceitabilidade do método construtivo pôde ser obtida através de uma entrevista e análise do funcionamento da hamburgueria durante um ano de atividade, no qual foram constatadas melhoras na receita da empresa, e também pela aplicação de um questionário aos clientes do empreendimento, onde puderam ser observados os principais fatores positivos e negativos considerados pelos frequentadores da hamburgueria.

Uma possível melhoria no processo de execução da obra é a simultaneidade dos processos de acabamento da edificação, onde diferentes processos poderiam ser executados ao mesmo tempo nos diferentes módulos de container, tornando a obra ainda mais rápida. Na etapa de planejamento, um melhor estudo sobre o uso de paletes de madeira como material para o piso externo da edificação evitaria a sua necessidade de troca no futuro, como foi o caso da hamburgueria.

Com base em todo o material exposto pelo trabalho apresentado, pode-se considerar que os seus objetivos foram atingidos, pois as informações teóricas e práticas expressas proporcionam conhecimentos fundamentais para entender e permitir uma implantação do método construtivo baseado em containers seguindo o modelo da circularidade em edificações comerciais.

## 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No desenvolvimento da pesquisa, foram observados alguns assuntos relacionados ao tema que podem ser considerados relevantes e servir de inspiração para trabalhos futuros. Alguns temas recomendados:

- a) Estudo da aplicação de modelos circulares em edificações residenciais com a utilização de containers como método construtivo.
- b) Estudo comparativo entre os métodos construtivos convencionais e os métodos construtivos baseados em container.
- c) Estudo da aplicação de containers em estruturas de grande porte.

## 6.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Uma limitação do trabalho é não ter realizado a comparação financeira entre o método baseado em containers com o método de alvenaria tradicional. Isso ocorreu devido à falta de dados precisos, relacionados à etapa financeira, fornecidos pela empresa que possibilitassem uma comparação detalhada entre cada etapa da edificação. Outro importante fator é a pouca quantidade de trabalhos acadêmicos que relacionam a Economia Circular com o método de construção baseado na utilização de containers.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2022.

ADAMS, K. T.; OSMANI, M.; THORPE, T.; THORNBAC, J. Circular Economy in construction: current awareness, challenges and enablers. **Waste and Resource Management** v. 170, p. 15-24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00011>. Acesso em 02 de nov. 2022.

AECWEB. **Containers são instalações rápidas e práticas para os canteiros de obras**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/containers-sao-instalacoes-rapidas-e-praticas-para-os-canteiros-de-obras/10796>. Acesso em 16 de ago. 2022.

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

ALVARENGA, B. Drywall: **Conheça a Técnica e Confira Vantagens e Desvantagens**. 2017. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/revista/drywall-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em 31 de maio de 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: 21 de maio de 2022.

ARCH PAPER. **Carlo Ratti associati cura in turin italy**. 2020. Disponível em: [https://archpaper.com/2020/04/carlo-ratti-cura-deployed-in-turin/carlo-ratti-associati-cura-in-turin-italy\\_-max-tomasinelli-4/](https://archpaper.com/2020/04/carlo-ratti-cura-deployed-in-turin/carlo-ratti-associati-cura-in-turin-italy_-max-tomasinelli-4/). Acesso em 08 de out. 2022.

ASSADOURIAN, E. **Ascensão e queda das culturas de consumo**. Estado do Mundo 2010. Transformando culturas – do consumismo à sustentabilidade. Washington: World Watch Institute, 2010.

ASTRA. **Conheça os 4 sistemas de construção mais utilizados**. 2016. Blog Astra. Disponível em: <http://www.astra-sa.com.br/destaques/index.php/conheca-os-4-sistemas-de-construcao-mais-utilizados/>. Acesso em 02 de jun. 2022.

BARBOZA, Douglas Vieira et al. **Aplicação da Economia Circular na Construção Civil**. Research, Society and Development, v. 8, n. 7, p. e9871102-e9871102, 2019.

BARRETO, I. M. C. B. do N. **Gestão de resíduos na construção civil**. Sergipe: Sinduscon, 2005.

BARROS, E.; JORGE, F. C. **Gestão de RCD Resíduos de Construção e Demolição, na Obra de Ampliação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro**. Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Porto, n. 5, p. 62-74, 2008.

BATISTA, N. **Instalação de Portas e Janelas em Container**. 2016. Disponível em: <https://www.guiacasacontainer.com/instalacao-de-portas-e-janelas-em-container/>. Acesso em 20 de out de 2022.

BERARDI, Patricia; DIAS, Joana Maia. **O mercado da economia circular**. GV-EXECUTIVO, v. 17, n. 5, p. 34-37, 2018.

BERNDTSSON, M. (2015). **Circular Economy and Sustainable development**. Tese de mestrado em Desenvolvimento Sustentável, Department of Earth and Sciences, Uppsala University.

BONCIU, F. (2014). **The European Economy: From a Linear to a Circular Economy**. Romanian Journal of European Affairs 14(4), 78-91.

BRASIL (2010). Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em 12 de out. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002.

CASTILHO, P. et al. **Cuidados que devemos ter para transformar um container**. Blog Minha Casa Container, 2015. Disponível em: <https://minhacasacontainer.com/2015/05/11/cuidados-que-devemos-ter-na-hora-de-transformar-um-container/>. Acesso em 20 de out de 2022.

CASTILHO, P. IKEGAMI, T. F. **Como escolher um contêiner para sua casa**. Blog Minha Casa Container. 2015.

COCHRAN, K.m.; TOWNSEND, T.g.. **Estimating construction and demolition debris generation using a materials flow analysis approach**. Waste Management, [s.], v. 30, n. 11, p. 2247-2254, nov. 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/.wasman.2010.04.008>.

CONSTANTE, Construtora Ltda. **Novas tecnologias na construção civil**. Revista digital de construção civil. Publicado na Quarta-feira do dia 08 de julho de 2009.

DELTA CONTAINERS. **Construção usando containers: perguntas e respostas**. 2014. Disponível em: <https://deltacontainers.com.br/produtos/construcao-em-containers/> Acesso em: 22 mai. 2022.

DOMINGOS, Bruno Eduardo Mazetto. **Métodos para o Conforto Térmico e Acústico em Habitações de Containers**. 2014. 74 f. Monografia (Dissertação apresentada ao curso de especialização em projeto arquitetônico) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2014.

DONDON, P. **Casa Container de Granja Viana**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/photographer/plinio-dondon>. Acesso em 14 de jul. 2022.

EDWARDS, B. **O guia básico para a sustentabilidade**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2009.

Ellen MacArthur Foundation (2015). **Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe**. Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation

Ellen MacArthur Foundation. (2014). **Towards the circular economy: accelerating the scale-up across global supply chains**. Presented at World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2014

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition**. Isle of Wight: EMF, 2012.

ESA, M. R.; HALOG, A.; RIGAMONTI, L. **Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malasya based on concept of circular economy**. Journal of Material Cycles and Waste Management, n. 19, v. 3, p. 1.144-1.154, 2017.

FAURÉ, Y. A. e HASENCLEVER, L. **O desenvolvimento econômico local no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Editora E-papers, 2003.

FISKEL, J. (2009). **Design for environment: a guide for sustainable product development (2 nd ed.)**. McGrawHill, New York.

FOTOSEARCH. **Ferrugem em toda a lateral do container**. Disponível em: <https://www.fotosearch.com.br/CSP565/k67712554/> . Acesso em 03 de out. 2022.

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

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. **MÉTODOS DE PESQUISA**. 1. ed. Rio Grande do sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2022.

GIANESINI, L.R; KIELING, A.C. **Um estudo sobre a viabilidade da reutilização de contêineres marítimos para fabricação de casas populares**. Ponta Grossa: IV Congresso brasileiro de engenharia de produção, 2014.

GOFFIN, Keith et al. Perspective: State-of-the-art: **The quality of case study research in innovation management**. Journal of Product Innovation Management, v. 36, n. 5, p. 586-615, 2019.

GOOGLE MAPS. **Bairro da Glória em Macaé**. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-22.3991174,-41.7989191,17.75z>. Acesso em 22 de nov. 2022.

Grupo interministerial Economia Circular (2017). **Liderar a transição: plano de ação para a economia circular em Portugal 2017-2020**.

IF CONTAINER. **Veja 3 ótimas ideias geniais de casa containers que fizeram sucesso mundial**. Disponível em: <https://lfcontainer.com.br/veja-3-otimas-ideias-geniais-de-casa-containers-que-fizeram-sucesso-mundial/>. Acesso em 04 de nov. 2022.

IICL. **Containers certification**. Disponível em: <https://www.iicl.org/>. Acesso em 28 de jul. 2022.

INBS. **ISO 26000 o que você precisa saber**. Disponível em: <https://www.inbs.com.br/iso-26000-o-que-voce-precisa-saber/> Acesso em: 22 de abr. 2022.



INMETRO. 2012. Disponível em:  
<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001788.pdf> Acesso em: 21 de mai. 2022.

INTERLOCATION MATERIELS. **Container de 6m.** Disponível em:  
<https://www.interlocation-materiels.com/container/755-container-6m.html>. Acesso em 20 jun. 2022.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil.** Brasília: 2012.

ISBU ASSOCIATION. 2010. **History of shipping containers.** Disponível em:  
<http://www.isbu-association.org/history-of-shipping-containers.htm>. Acesso em: 24 de mar. 2022.

ISHIKAWA, K **Controle da qualidade total: à maneira japonesa.** Editora Campus, 1993.

ISO 668:2020. **Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings.** Disponível em: <https://www.iso.org/standard/76912.html>. Acesso em 20 de nov. 2022.

KEEDI, S. **Logística, Transporte, Comércio Exterior e Economia em Conta-Gotas.** São Paulo: Edições Aduaneiras, Edição: 2ª, 2014.

KOVACS, V. **Drywall: entenda como funciona esse sistema de construção.** 2014.  
 Disponível em: <https://casa.abril.com.br/construcao/drywall-entenda-como-funciona-esse-sistema-de-construcao/>. Acesso em 03 de jun. 2022.

LEWANDOWSKI, K. **The containers ships, which really was the first?** Lithuania Kaunas : Technologija, 2016.

LIU, Yong; BAI, Yin. **An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: an empirical research in china.** Resources, Conservation And Recycling, [s.l.], v. 87, p. 145-152, jun. 2014. Disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.04.002>.

LOCARES. **Saiba como investir para ter uma bela casa container.** Disponível em:  
<https://www.locares.com.br/noticia/60/comprar-container-saiba-como-investir-para-ter-uma-bela-casa-container>. Acesso em: 23 de out. 2022.

LOGTAINER. **Containers e seus tipos.** Disponível em: <https://www.logtainer.com.br>. Acesso em 23 de jun. 2022.

LOPES, G.T.A. et al. **Arquitetura de Container: Reutilização para Construção Civil.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo, Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

LUZ, Beatriz. (Org.). **Economia circular Holanda: Brasil: da teoria à prática.** 1. ed. -- Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, 2017.

MACAÉ. **Crescimento econômico.** Disponível em:  
<https://macae.rj.gov.br/conteudo/leitura/titulo/crescimento-economico>. Acesso em: 23 de mar. 2022.

- MIARA, Renata; SCHEER, Sergio. **Gerenciamento de resíduos da construção com BIM para uma economia circular: uma estrutura conceitual**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, v. 2, p. 1-7, 2019.
- MILANEZE, Giovana Letícia S.; et al. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de criciúma/sc**. Rev. Técnico Científica (IFSC), 2012.
- MITIDIARI, C.V. **Patologias de paredes drywall: formas de prevenção**. Seminário Patologias precoces de obra, São Paulo: IPT, 2012.
- MONTEIRO, Monica (Ed.). **Economia Circular**. Start & Go, Lisboa, v. 1, n. 20, p.3-3, abr. 2018.
- MOXON, Siân. **Sustentabilidade no Design de Interiores**. São Paulo: Gustavo Gili. 2012.
- NBR 15575 (2013). **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/> Acesso em: 20 de mai. 2022.
- NUNES, H.P. **Estudo da aplicação do drywall em edificação vertical**. 2015. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, 2015.
- PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; FRASSON, Sueli Aparecida; DE MELO CONTI, Diego. **Economia Circular: estudo de casos múltiplos em usinas de reciclagem no manejo de resíduos da construção civil**. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 49, p. 136-157, 2019.
- PAULUZZI. **Blocos cerâmicos de vedação**. Disponível em: <https://pauluzzi.com.br/blocos-ceramicos-de-vedacao/> . Acesso em 24 de out. 2022.
- PEREIRA, C. **Alvenaria Estrutural – Vantagens e Desvantagens**. 2016. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-estrutural/>. Acesso em 29 de mai. 2022.
- PICUKI. **Container Marítimo com lateral danificada**. Disponível em: <https://www.picuki.com/profile/vidadecontainer>. Acesso em 03 de out. 2022.
- POMPONI, F. AND MONCASTER, A. **Circular economy for the built environment: a research framework**, Journal of Cleaner Production, Vol. 143, pp. 710-718. 2017.
- PORTAL MARINHO. **Porto do rio apresenta recuo de mais de 15 na movimentação de contêineres**. 2017. Disponível em: <https://www.portamaritimo.com/2017/03/26/porto-do-rio-apresenta-recuo-de-mais-de-15-na-movimentacao-de-containers/>. Acesso em 22 de jun. de 2022.
- PORTILHO, F. **Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania**. 2ªed. São Paulo: Cortez, 2010.
- RODRIGUES, F. K. **Casa Contêiner: Uma Proposta de Residência Unifamiliar Sustentável**. 2015. UNIJUÍ, Ijuí. 2015.
- RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional**. São Paulo: Edições Aduaneiras, 2007.

ROMANO, L. et al. **Retrofit de contêineres na construção civil**. Labor & Engenho, Campinas: 2014.

SANTOS, J. C. **O transporte Marítimo Internacional**. São Paulo: Edições Aduaneiras, 1982.

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

SMOL, M.; KULCZYCKA, J.; HENCLIK, A.; GORAZDA, K.; WZOREK, Z. The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, n. 95, p. 45-54, 2015

SÓ CONTAINERS. **Cortes e personalização**. Disponível em: <https://socontainers.com.br/>. Acesso em 03 de nov. 2022.

SOUZA, W.R. **Reuso de resíduos de gesso na construção civil**. 2017. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/40051265/reuso-de-residuos-de-gesso-na-construcao-civil>. Acesso em 02 de junho de 2022.

STUDIO RAPHAEL GARCIA. **Vila de contêineres**. Disponível em: <http://www.studioraphaelgarcia.com.br/portfolio/comercial/139787-vila-de-containers>. Acesso em 24 de out. 2022

SUÁREZ-EIROA, B.; FERNÁNDEZ, E.; MENDÉZ-MARTÍNEZ, G.; SOTO-OÑATE, D. Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. **Journal of Cleaner Production**, volume 214, 2019, pages 952-961, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>. Acesso em: 20 Set. 2022.

TAM, V. W.; KOTRAYOTHAR, D.; LOO, Y. C. On the prevailing construction waste recycling practices: a South East Queensland Study. **Waste Management and Research**, v. 27, p. 167-174, 2009.

TAVARES, Sérgio Fernando et al. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. 2006. Disponível em: [https://labeec.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE\\_Sergio\\_Fernando\\_Tavares.pdf](https://labeec.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Sergio_Fernando_Tavares.pdf). Acesso em 10 de dez. 2022.

UNEP, United Nations Environment Programme. (2011). **Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth**. Disponível em: <http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Decoupling/tabid/56048>. Acesso em 23 de jun. 2022.

URCA. **Estudo comparativo entre blocos de concreto**. Disponível em: [http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=estudo\\_comparativo\\_entre\\_blocos\\_de\\_concreto\\_.pdf](http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=estudo_comparativo_entre_blocos_de_concreto_.pdf). Acesso em 12 de out. 2022.

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: ISO 14000**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009.

VASQUES, C. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. Revista unilins, São Paulo 2014.

VIEIRA, H.F. **Logística Aplicada à Construção Civil Como Melhorar o Fluxo de Produção nas Obras**. São Paulo: Pini, 2006.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Relatório integrado**. Disponível em: <https://www.votorantimcimentos.com.br/wp-content/uploads/2022/10/relatorio-integrado-2021.pdf>. Acesso em 16 out. 2022.

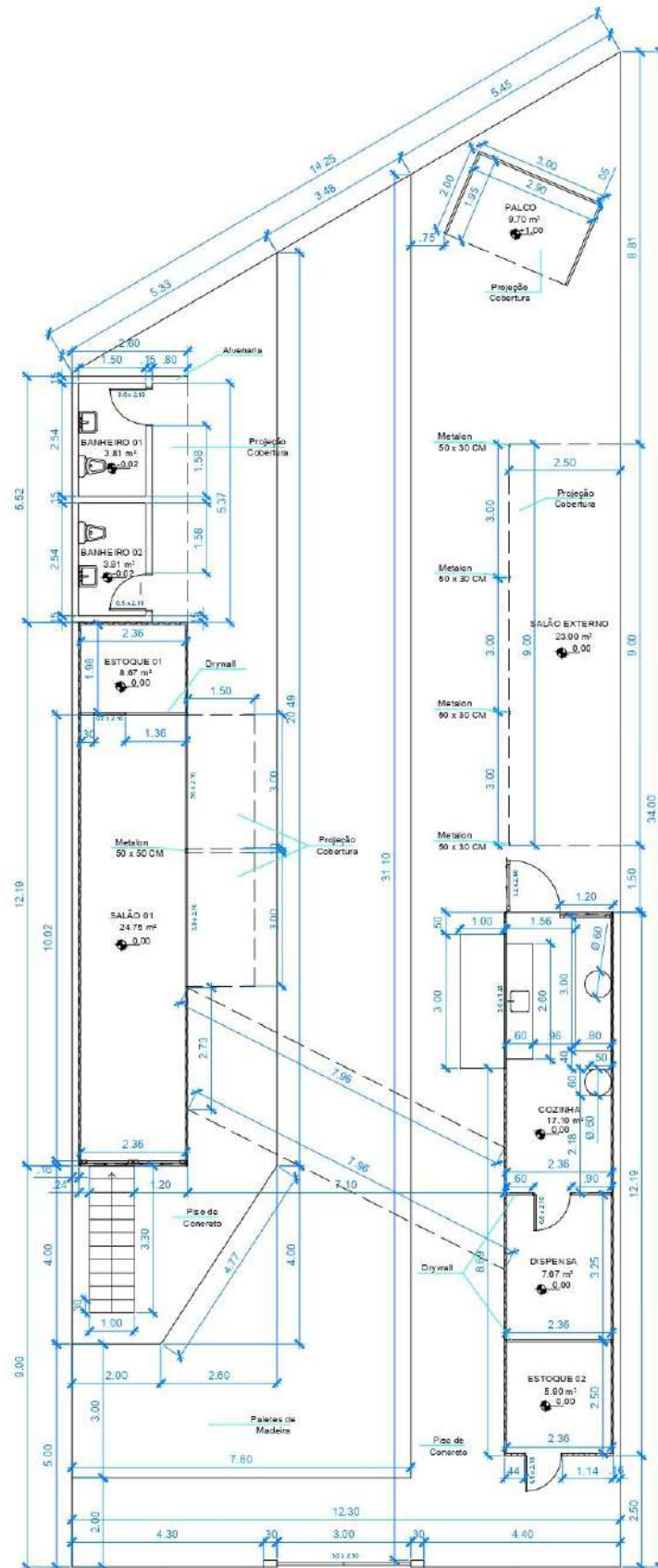
WESTERN CONTAINERS. **Side panel hole**. Disponível em: <https://www.westerncontainers.com.au/csc-compliance/side-panel-hole>. Acesso em 03 de out. 2022.

XAVIER, M. **Cuidados que devemos ter na hora de transformar um container**. 2015. Disponível em: <https://minhacasacontainer.com/2015/05/11/cuidados-que-devemos-ter-na-hora-de-transformar-um-container/>. Acesso em 18 de out de 2022.

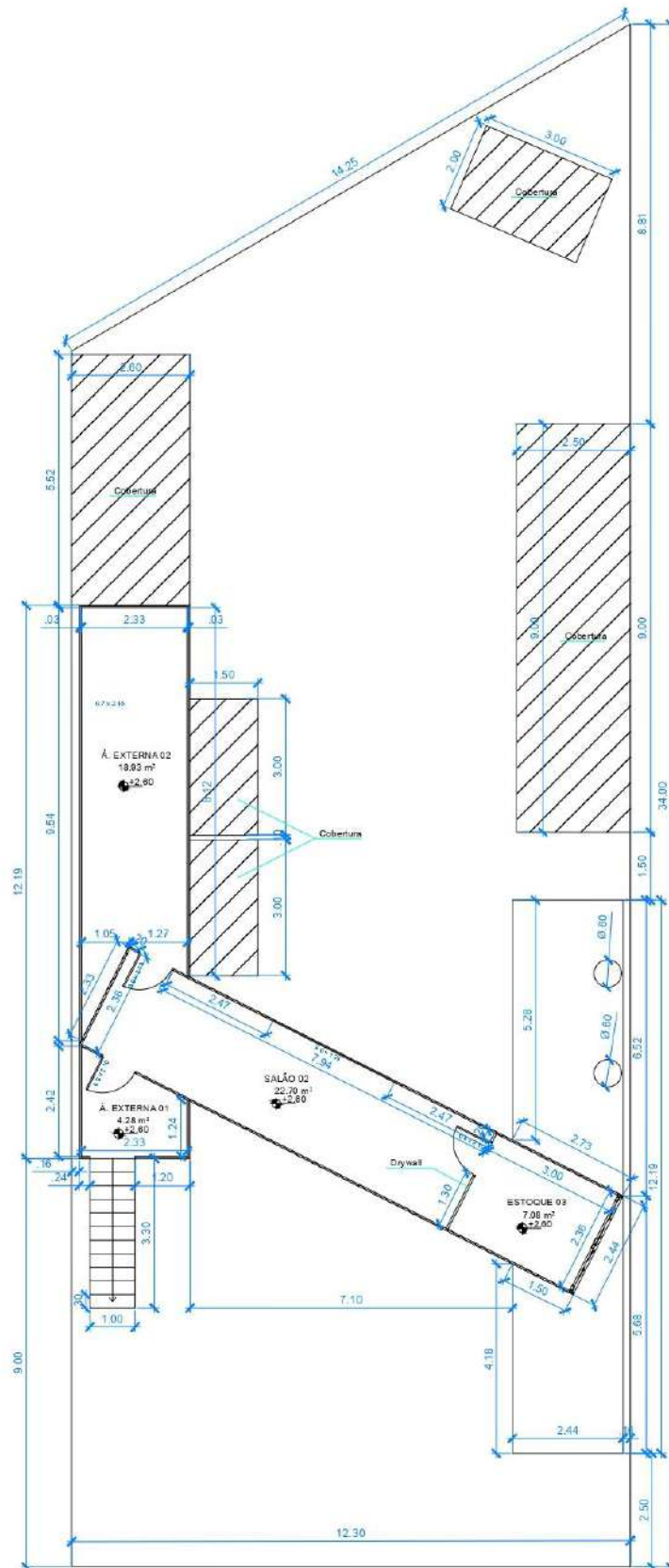
YIN, Robert K. **Estudo de Caso, planejamento e métodos**. 2.ed. São Paulo: Bookman, 2001.

YOUNG, W.; HWANG, K.; MCDONALD, S.; OATES, C. J. *Sustainable consumption: green consumer behavior when purchasing products*. **Sustainable Development**. p20, 2010.

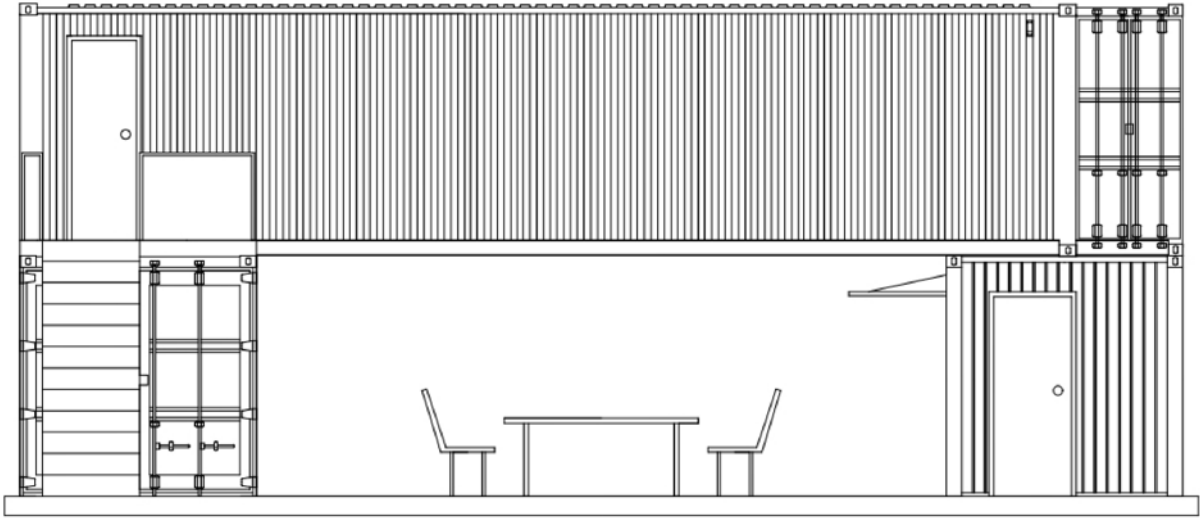
## ANEXO A – PLANTA DO PAVIMENTO TÉRREO



**ANEXO B – PLANTA DO PAVIMENTO SUPERIOR**



**ANEXO C – FACHADA FRONTAL**



**ANEXO D - QUESTIONÁRIO**

Você já frequentou alguma loja em container?

Sim

Não

Qual o principal atrativo da nova loja?

Estética

Localização

Espaço

Conforto

Não Possui

Qual o principal ponto negativo da nova loja?

Estética

Localização

Barulho

Conforto térmico

Não Possui

Você trabalharia em uma loja baseada em container?

Sim

Não