

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

**CONSTRUÇÃO MODULAR NO BRASIL E ANÁLISE  
DOS SEUS ENTRAVES**

**GUILHERME TROMPOWSKY TAULOIS SILVEIRA**

**2023**

CONSTRUÇÃO MODULAR NO BRASIL E ANÁLISE DOS SEUS  
ENTRAVES

Guilherme Trompowsky Taulois Silveira

Projeto de Graduação apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil da Escola  
Politécnica, Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de  
Engenheiro.

Orientador: Prof. Luís Otávio Cocito  
de Araújo

Rio de Janeiro

Maio de 2023

# CONSTRUÇÃO MODULAR NO BRASIL E ANÁLISE DOS SEUS ENTRAVES

Guilherme Trompowsky Taulois Silveira

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

---

Prof. Luís Otávio Cocito de Araújo

---

Prof. Mohammad Najjar

---

Prof. Carina Mariane Stolz

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MAIO DE 2023

Silveira, Guilherme Trompowsky Taulois

Construção modular no Brasil e análise  
dos seus entraves / Guilherme Trompowsky Taulois  
Silveira – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica,  
2023

xi, 47 p.: il.; 29,7 cm

Orientador: Luís Otávio Cocito de Araújo

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola  
Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2023

Referências Bibliográficas: p. 59-61

1. Construção Modular brasileira, 2.  
Entraves, 3. Propostas para solução. I. Araújo, Luis  
Otavio Cocito de. II. Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil.  
III. Engenheiro Civil.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

## CONSTRUÇÃO MODULAR NO BRASIL E ANÁLISE DOS SEUS ENTRAVES

Guilherme Trompowsky Taulois Silveira

Maio de 2023

Orientador: Luís Otávio Cocito de Araújo

A Construção Modular no Brasil possui dezenas de entraves e empecilhos que dificultam sua utilização, sendo eles desde o preço de materiais, tributos incididos, legislação brasileira, questões tecnológicas e até culturais. Entretanto, esses entraves que existem na Construção Modular em território brasileiro precisam ter fim, uma vez que há uma previsão de um déficit habitacional brasileiro em 2030 de 31 milhões de pessoas, e se a construção em módulos continuar obtendo cerca de 1% de participação nas obras civis brasileiras, pode se tornar um problema de grandes proporções para o Brasil. O objetivo deste trabalho possui foco em entender e analisar as dificuldades de inserção da construção modular e propor soluções para que se possa ter uma maior participação nas construções brasileiras no futuro. Para fazer tal estudo, foram feitas análises teóricas dos principais obstáculos enfrentados na construção modular no Brasil, passando por questões de regulamentação, tributação e governamentais. Além disso, foi apresentado o cenário da construção *offsite* em diferentes locais do mundo para entender o porquê do sucesso dessa técnica nesses países e por fim uma vez apresentados os entraves, foram levantados pontos focais para agir em cima deles. Neste trabalho foi identificado que o Brasil possui muitos entraves que não permitem o crescimento economicamente viável para muitos empreendedores da construção modular, com isso, foram apresentados diversos pontos de melhoria para que esse ramo possa superar as barreiras e ter o seu crescimento alcançado no Brasil.

*Palavras-chave:* Construção Modular no Brasil, Entraves da construção modular, influência Governamental, *offsite*

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

## MODULAR CONSTRUCTION IN BRAZIL AND ANALYSIS OF ITS BARRIERS

Guilherme Trompowsky Taulois Silveira

May 2023

Advisor: Luís Otávio Cocito de Araújo

Modular Construction in Brazil has dozens of barriers and obstacles that hinder its use in Brazil, ranging from the price of materials, taxes, Brazilian legislation, technological and even cultural issues. However, these obstacles that exist in Modular Construction in Brazilian territory need to end, since there is a forecast of a Brazilian housing deficit in 2030 of 31 million people, and if the construction in modules continues to obtain about 1% of participation in civil works companies, can become a problem of major proportions for Brazil. The objective of this work is focused on understanding and analyzing the difficulties of inserting modular construction and proposing solutions so that we can have a greater participation in Brazilian constructions in the future. To conduct such a study, theoretical analyses were carried out on the main obstacles faced in modular construction in Brazil, covering issues of regulation, taxation, and government matters. Additionally, the offsite construction scenario was demonstrated in different parts of the world to understand why this technique has been successful in these countries. Finally, after presenting the barriers, focal points were raised to act upon them. On this study, it has been identified that Brazil faces many obstacles that do not allow economically viable growth for many entrepreneurs in the modular construction sector. Therefore, points of improvement have been presented so that this industry can overcome the barriers and achieve its growth in Brazil.

*Keywords:* Modular Construction in Brazil, Barriers of Modular Construction, Government Influence, offsite.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	A IMPORTÂNCIA DO TEMA .....	12
1.2	MOTIVAÇÃO.....	13
1.3	OBJETIVO .....	13
1.4	METODOLOGIA.....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1	DEFINIÇÃO ENTRE CONSTRUÇÃO MODULAR E CONSTRUÇÃO <i>OFFSITE</i> .....	15
2.2	PANORAMA DO CENÁRIO BRASILEIRO .....	16
2.3	PANORAMA DA CONSTRUÇÃO MODULAR .....	17
2.4	CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO MODULAR.....	19
2.5	DIFICULDADES LEVANTADAS NA CONSTRUÇÃO MODULAR DO BRASIL 20	
<b>3</b>	<b>DETALHAMENTO DOS MÉTODOS NA CONSTRUÇÃO MODULAR.....</b>	<b>21</b>
3.1	FASES DE PRODUÇÃO.....	21
3.1.1	Projeto e planejamento .....	22
3.1.2	Execução da subestrutura.....	22
3.1.3	Produção dos módulos .....	22
3.1.4	Transporte dos módulos.....	23
3.1.5	Montagem.....	23
3.1.6	Instalação.....	24
3.2	TIPOS DE MODULAÇÃO.....	25

3.2.1	Painéis 2D .....	25
3.2.2	Painéis 3D .....	26
3.2.3	Painéis híbridos (2D + 3D) .....	27
<b>4</b>	<b>PRINCIPAIS TIPOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO</b>	
<b>MODULAR</b>	.....	<b>28</b>
4.1	MADEIRA .....	28
4.1.1	Definição .....	28
4.1.2	Processo de manufatura dos módulos de madeira .....	28
4.1.3	Vantagens e desvantagens.....	29
4.2	AÇO.....	30
4.2.1	Definição .....	30
4.2.2	Processo de manufatura dos módulos de aço.....	31
4.2.3	Vantagens e desvantagens.....	32
4.3	CONCRETO.....	33
4.3.1	Definição .....	33
4.3.2	Processo de manufatura dos módulos de concreto .....	33
4.3.3	Vantagens e desvantagens.....	34
<b>5</b>	<b>PRINCIPAIS ENTRAVES NA CONSTRUÇÃO MODULAR NO</b>	
<b>BRASIL</b>	.....	<b>35</b>
5.1	DIFICULDADE NA OBTENÇÃO DE CRÉDITOS.....	35
5.1.1	Necessidade do financiamento antecipado .....	35
5.1.2	Instituições financeiras.....	36
5.2	FALTA DE REGULAMENTAÇÃO .....	37
5.3	TRIBUTAÇÃO SOBRE OS MATERIAIS E FALTA DE INCENTIVOS	
<b>FISCAIS</b>	.....	<b>38</b>
5.3.1	Estudo de caso de pré-moldados de concreto.....	39
5.3.1.1	Edificação em questão .....	39
5.3.1.2	Método construtivo .....	39

5.3.1.3	Custos .....	40
5.3.1.4	Conclusão do estudo de caso .....	41
5.4	DESAFIOS DO CUSTO DE MÃO DE OBRA PARA A CONSTRUÇÃO MODULAR.....	42
5.4.1	Custo de mão de obra.....	42
5.5	FALTA DE INCENTIVO E MEDIDAS DAS AUTORIDADES .....	43
6	CONSTRUÇÃO MODULAR AO REDOR DO MUNDO.....	45
6.1	CHINA .....	45
6.1.1	Panorama .....	45
6.1.2	Influência do governo.....	46
6.2	EUROPA .....	47
6.2.1	Panorama .....	47
6.2.2	Políticas de incentivo .....	48
6.2.3	Suécia .....	49
6.3	JAPÃO.....	50
6.3.1	Panorama .....	50
6.3.2	Fatores preponderantes .....	50
6.4	CONSTATAÇÕES.....	51
7	ANÁLISE DOS ENTRAVES E PONTOS DE MELHORIA .....	53
7.1	DESAFIOS DO BRASIL NA CONSTRUÇÃO MODULAR.....	53
7.2	PONTOS FOCAIS PARA MELHORIA DO CENÁRIO MODULAR NO BRASIL .....	54
7.2.1	Regulamentação da construção modular .....	55
7.2.2	Incentivos fiscais .....	55
7.2.1	Reestrutura do sistema financeiro .....	56
7.2.2	Divulgação da construção modular .....	56

<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE SIGLAS

- ABCIC – Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAINCC – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAMAT – Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais de Construção
- BIM - *Building Information Modeling* (Modelagem de Informação da Construção)
- CAGR – *Compound Annual Growth Rate* (Taxa de Crescimento Anual Composto)
- CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção
- FGV – Fundação Getúlio Vargas
- HVAC - Heating, Ventilating and Air Conditioning
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
- MDF – *Medium Density Fiberboard* (chapa de fibra de madeira de média densidade)
- MIG – *Metal Inert Gas* (Metal com gás inerte)
- NBR – Norma Brasileira
- NHBC - *National House Building Council* (Conselho Nacional de Construção de Casas)
- PIB – Produto Interno Bruto
- TIR – Taxa interna de Retorno

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 A IMPORTÂNCIA DO TEMA

A utilização da construção modular nas obras civis no Brasil é pouco expressiva atualmente, em 2023. Essa técnica possui uma importante participação no PIB brasileiro: em 2021, o setor teve uma participação de 7% no valor total, segundo artigo publicado pela Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINC, 2022). Grande parte deste número é composto pela participação da construção de obras utilizando-se dos métodos convencionais de execução e planejamento. Tais métodos consistem na execução e implementação dos materiais construtivos no próprio canteiro de obras, onde todo o processo de concretagem, das vedações, vigas e pilares são feitos *in situ*. Entretanto, a construção modular ainda possui uma parcela muito baixa aos retornos financeiros que a construção tradicional gera para o Brasil.

Embora a construção modular venha tendo grandes participações no setor de construção civil mundial, indo desde 3% dos EUA, passando por 6% da China, 15% do Japão, até 45% nos países como Finlândia e Suécia (Bertram *et al.* 2019), no Brasil, o setor ainda possui baixíssima participação no ramo. Essa pequena parcela se deve ao fato de que os materiais utilizados nas obras convencionais possuem estímulos e benefícios tributários quando comparado aos materiais utilizados nas construções modulares. Acrescentado a isso, o baixo conhecimento e o pré-julgamento de que essas construções em módulos trazem edificações mais frágeis e com baixa capacidade mecânica, térmica e acústica só fazem com que seja mais difícil ainda a disseminação da construção *offsite* em território brasileiro.

Tendo em vista esses fatores, a pandemia da corona vírus que teve proporções globais e com início em 2020 ainda piorou e tornou mais lento o crescimento da construção modular, uma vez que os funcionários foram afastados de seus cargos devido a diminuição de carga de trabalho por consequência de medidas de isolamento. Essa alteração do cotidiano fez com que a segurança dos conhecimentos já aprendidos da construção convencional fossem a primeira e mais fácil opção de escolha para as obras no Brasil. Em 2020 o setor da construção civil, juntamente com os demais setores que compõem o PIB nacional, tiveram uma queda de rendimento, porém em 2021 a área voltou a crescer em ritmos fortes e as previsões são otimistas para o mercado nacional (CBIC, 2021).

## 1.2 MOTIVAÇÃO

Em um estudo publicado pela ABRAINCC em parceria com a Econit Consultoria Econômica, mostra que o déficit habitacional no Brasil em 2019 era em torno de 7,9 milhões de unidades, e a previsão para 2030 será ainda pior, saltando para o número de 11,9 milhões de residências.

Se não houver mudanças na gestão e adoção de novas técnicas de construção, essa previsão pode se concretizar. Assim, é necessário que o Brasil reformule a maneira como pensa em seus métodos construtivos e programas habitacionais.

A inserção da construção modular, frente a esse cenário é de suma importância para o futuro do Brasil, pois, com ela, as construções se tornam mais rápidas e seus prazos e custos mais fáceis de serem previstos, facilitando o planejamento para projetos habitacionais. Assim o público-alvo, que é composto em 1/3 por famílias que recebem entre três a dez salários mínimos e o resto dessa fração compostas por famílias que com renda de mais de dez salários mínimos possam ter um lugar para morar (CBIC, 2021).

Alguns estudos recentes em relação à construção modular que tangenciam comparação de custos entre a construção *offsite* e *onsite*, e viabilidade de projetos utilizando a construção modular chegaram a conclusões que os entraves que existem no Brasil para que essa metodologia de construção possa realmente ter uma maior implementação foram as principais causas da não viabilidade de execução deste negócio. Portanto é importante o conhecimento de quais são os entraves, barreiras e desafios que hoje existem na construção modular brasileira para que uma vez conhecidos, esses problemas deixem de existir no futuro.

## 1.3 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo a identificação dos problemas econômicos, logísticos, tributários e culturais que estão atingindo a construção modular atualmente no Brasil. Uma vez identificados, esses temas serão estudados e analisados para que se tenha de forma clara os problemas e suas magnitudes.

Além disso, o atual estudo visa trazer meios de solução ou amenização dos problemas para que o Brasil tenha uma segunda opção forte de construção civil, e que problemas que o território brasileiro sofre, como a questão de déficit habitacional, possam ser combatidos com a construção modular, uma vez que os entraves já estariam mais fáceis de serem enfrentados.

## 1.4 METODOLOGIA

Para este trabalho, o seu desenvolvimento foi pensando em primeiramente entender o porquê da construção modular ter surgido, analisando que esse método queria suprir algo que a construção tradicional não estava conseguindo, além disso expor onde que a construção modular se tornou mais forte ao redor do mundo.

Uma vez entendido o seu começo, serão feitos estudos e análises das etapas que compõem a construção modular no Brasil, citando e desenvolvendo como cada processo da construção modular é feito, até sua finalização no canteiro de obras. Além de entender os principais materiais utilizados nesse setor, irá ser compreendido também todas as questões fiscais, logísticas e financeiras da construção modular brasileira.

Entendida toda a situação que é enfrentada aqui no Brasil, as etapas de pesquisa sobre a situação fiscal, tributária, logística e financeira da construção modular será iniciada. Então serão feitas análises comparativas com a construção tradicional sobre questões de incentivos tributário da utilização dos materiais utilizados nesses setores, assim como analisar também o preço de mercado dos materiais usados em cada um dos setores, e também entender a fundo os possíveis entraves na questão logística, que uma vez que a maioria dos componentes da construção modular são feitas em um local fora do canteiro de obras, se torna algo importante se ser estudado.

Uma vez entendida toda a situação real da construção modular no Brasil, assim como as dificuldades apontadas e analisadas, será feito um estudo dos principais países do mundo que possuem grande participação da construção modular nas suas obras civis. Serão feitas pesquisas para entender a situação no exterior e as diferenças enfrentadas em territórios nacionais e internacionais.

Por fim, esse trabalho será finalizado, após todas as pesquisas feitas, com a análise dos impactos dos principais obstáculos que a construção modular enfrenta no Brasil, serão levantados então pontos focais para atuar para que os principais entraves pesquisados, possam ser solucionados ou amenizados, de forma que a construção modular no Brasil seja uma opção mais atrativa para clientes e empreendedores.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A indústria da construção modular tem ganhado cada vez mais atenção nos últimos anos devido ao seu potencial de reduzir o tempo e os custos de construção, ao mesmo tempo em que aumenta a qualidade e a sustentabilidade. No entanto, no Brasil, essa indústria ainda está em estágios iniciais, enfrentando vários desafios que impedem seu crescimento economicamente viável. Portanto, esta revisão bibliográfica tem como objetivo identificar os principais obstáculos enfrentados pela indústria da construção modular no Brasil e analisar possíveis soluções para superá-los. Por meio de uma análise abrangente da literatura existente, esta revisão fornecerá insights sobre o estado atual da indústria e proporá estratégias potenciais para promover seu desenvolvimento no mercado brasileiro.

### 2.1 DEFINIÇÃO ENTRE CONSTRUÇÃO MODULAR E CONSTRUÇÃO *OFFSITE*

A construção civil é uma área em constante evolução, que busca cada vez mais eficiência, qualidade e redução de custos. Nesse sentido, duas abordagens vêm se destacando no mercado: a construção *offsite* e a construção modular. Ambas têm em comum o fato de envolverem a pré-fabricação de partes do edifício fora do local de construção, entretanto, há diferenças significativas entre essas abordagens. É importante, então, abordar esse tema, uma vez que esses dois termos se misturam nas literaturas trazendo dúvidas aos leitores.

Construção *offsite* envolve o processo de planejamento, projeto, fabricação, transporte e montagem dos elementos da edificação com maior rapidez e grau de acabamento do que na construção tradicional feita no local da obra. Seus materiais comuns a serem utilizados são o aço, concreto e madeira. Contudo, para ser considerada *offsite*, a edificação não precisa ser completamente feita de materiais pré-fabricados, mas sim apenas uma parte dela (SMITH, 2016). Para o Engenheiro Civil Francisco Oggi, sócio-diretor do Empório do Pré-Moldado, em uma entrevista em 2023, a construção modular é uma evolução da construção *offsite*. Em vez de serem produzidas como partes independentes de um edifício em fábricas, os elementos da construção modular têm dimensões maiores, maior valor agregado e mais funções.

Ambas as abordagens oferecem benefícios significativos, como a redução do tempo e dos custos de construção, bem como um aumento na eficiência e precisão do processo de construção. Com a construção *offsite*, os componentes individuais do edifício são produzidos em uma fábrica, o que permite que o processo de produção seja controlado e otimizado para

umentar a eficiência e qualidade. Já a construção modular permite que o edifício seja pré-fabricado em módulos completos e depois montado no local de construção, o que pode reduzir ainda mais o tempo e os custos de construção. Traduzindo por outras palavras, a construção modular, consegue ter uma maior porção de construção da edificação na fábrica, como já enviar preparados para montagem *in loco* as instalações elétricas, hidráulicas, tratamentos térmicos, acústicos através da produção de módulos mais complexos. Por consequência, com maior produção da edificação na fábrica, há na construção modular uma maior previsibilidade de custos, diminuição de perdas e redução de prazos.

A construção modular, por ser um método que possui prazos de execução menores dos que as feitas pela construção *offsite* em geral, requer uma maior concentração de investimento no início do projeto, dificultando a viabilidade de alguns empreendimentos. Mesmo com toda a padronagem, rapidez e eficácia que a construção modular oferece, também dispõe desse agravante frente à construção *offsite* num geral.

Em resumo, a construção *offsite* e a construção modular são abordagens diferentes para a construção de edifícios, cada uma com suas próprias vantagens e desvantagens. No entanto, ambas oferecem uma alternativa viável à construção convencional *onsite*, especialmente para projetos que exigem eficiência, rapidez e precisão.

## 2.2 PANORAMA DO CENÁRIO BRASILEIRO

É importante observar, para o estudo do tema abordado neste projeto, o cenário em que o Brasil está inserido no ano de 2022 para entender as consequências que os entraves que a construção modular sofre no Brasil podem gerar aos brasileiros.

De acordo com o estudo feito por ABRAINCA em 2019, o déficit habitacional no Brasil naquele ano era por volta de 7,9 milhões de unidades e em 2030 esse número subiria para 11,9 milhões de residências. Unindo a esse dado, após um período de crise nacional e o auge da pandemia Covid 19, o setor da construção civil voltou a crescer, e de 2020 para 2021 houve um crescimento de 9,7% de acordo com estudo feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022. Existem dois cenários contrastantes em relação ao setor de construção civil. O primeiro diz respeito à alta demanda por moradias e disponibilidade de mão de obra, enquanto o segundo é considerado otimista para o setor.

Analisando brevemente o panorama do Brasil, vemos que, mesmo com o setor tendo previsões otimistas, o problema do déficit habitacional é algo alarmante. Mesmo com o cenário otimista da construção civil e dos inúmeros programas de estímulo habitacional que

os governos federais, estaduais e municipais criam de acordo com artigo publicado de Martins em 2020, o déficit habitacional só tende a aumentar. Portanto uma alternativa construtiva, na qual as previsões de custos e prazo são mais controladas e as entregas são mais rápidas, se torna bem-vinda ao panorama do Brasil.

### 2.3 PANORAMA DA CONSTRUÇÃO MODULAR

Diferente do que é comumente conhecido, a construção modular começou, por definição, há muito tempo. De acordo com Gasc (2022), o exército da Roma antiga já utilizava do fundamento da construção modular para preparar seus fortes de batalha. Eram feitas seções pré-fabricadas do forte, pequenas o bastante para que fossem carregadas até o local de interesse para uma fácil e rápida instalação. Após essa aparição inicial, acredita-se que a primeira casa pré-fabricada foi feita no início do século XVII. A história diz que um americano colonial que havia chegado recentemente da Inglaterra, decidiu usar técnicas inglesas de construção para sua casa, com isso ele ordenou que fossem preparadas casas com painéis da madeira feitas na Inglaterra, embarcadas até os Estados Unidos e instaladas em seu lar, Massachusetts. De acordo com estudo feito pela AIA em 2022, esse processo se tornou mais popular na época da Corrida de Ouro em 1849, onde casas pré-fabricadas eram transportadas de Nova York para Califórnia. A partir do século XX e ao longo dele, foi crescendo o número e variedades em que a construção modular poderia ser implementada, passando pelas épocas de Guerra Mundial onde foram feitas muitas estruturas pré-fabricadas para rapidez até os anos 60 a 70 nos quais o processo teve projetos de maiores escalas. Porém a partir de 1980 até os anos mais recentes, de acordo com o avanço tecnológico e a experiência da indústria nesse processo, a construção modular é usada para uma ampla gama de projetos, incluindo além de habitação, educação, saúde e programas governamentais.

De acordo com Bertram *et al.* em 2019, diversos fatores influenciam em uma fácil implementação da construção modular em um país, podem ser julgadas duas que seriam as principais, como a demanda imobiliária e a disponibilidade (e de custos relativos) de mão de obra qualificada. Quando esses dois fatores são consideravelmente altos em um país, ele se torna um terreno potencial para o crescimento da construção modular.

Na figura 2.1, abaixo, pode se notar que o eixo y (eixo vertical) demonstra a taxa de fornecimento de mão de obra, enquanto no eixo x (eixo horizontal) mostra a projeção de demanda habitacional. Os círculos em preto são os países estudados e os círculos em azul são as regiões dos Estados Unidos.

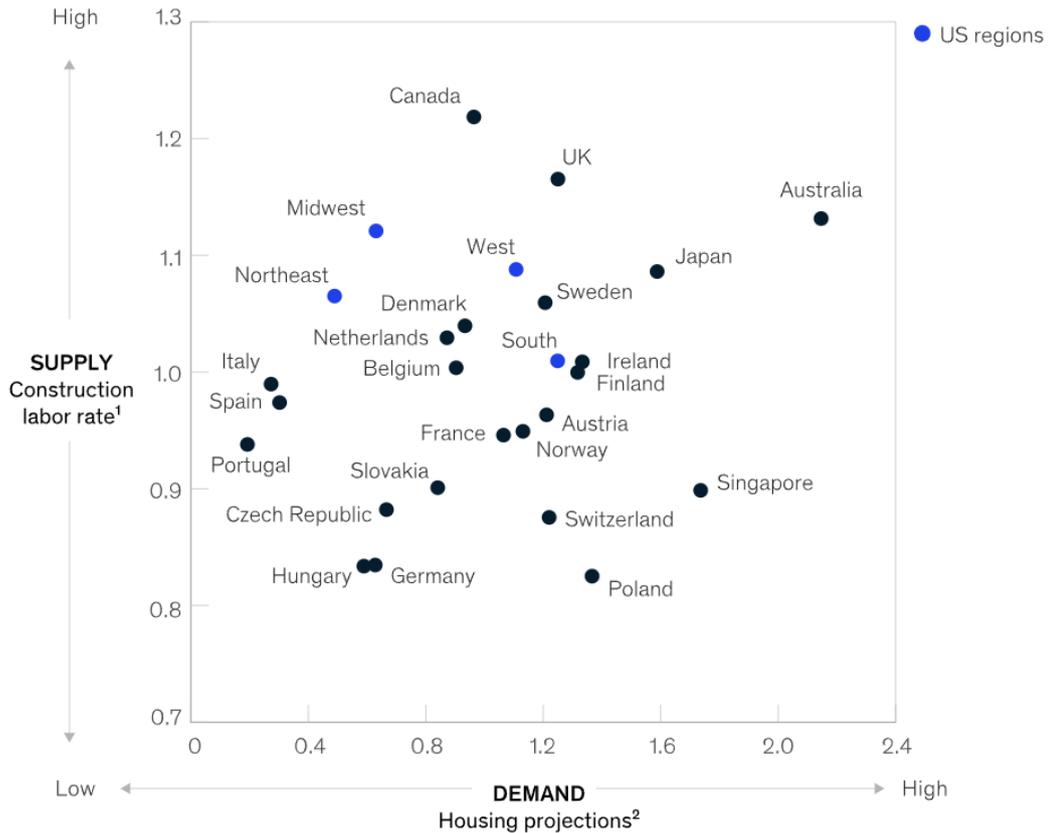


Figura 2.1 – Gráfico de potencial de demanda da construção modular (Bertram *et al.* 2019)

Ainda, de acordo com a pesquisa feita por Bertram *et al.* 2019, alguns países da Europa Escandinávia possuem uma grande participação da construção modular. A figura 2.2, abaixo, retrata as principais participações da construção modular no mundo.

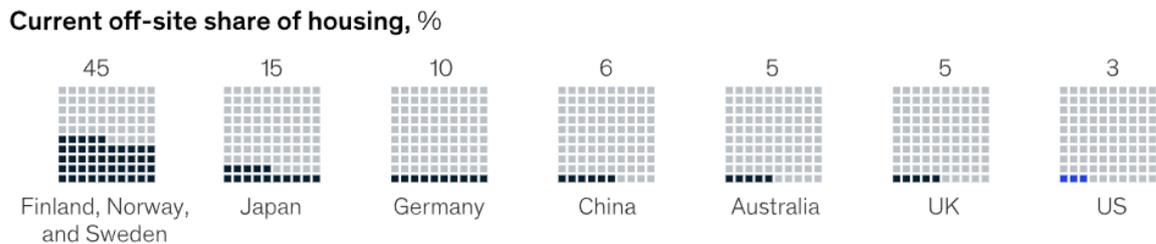


Figura 2.2 – Participação da construção modular em porcentagem (Bertram *et al.* 2019).

É importante comentar sobre a figura 2.2, que esse estudo se refere ao ano de 2019, ou seja, traz uma boa perspectiva de como a construção modular tem de participação nos países

ao redor do mundo, porém não mostra a realidade do ano corrente deste trabalho (2023), uma vez que esse setor está em constante evolução e crescente implementação nos países.

É de suma importância ressaltar o cenário imobiliário que está crescendo no Brasil e também ao redor do mundo, por exemplo nos Estados Unidos onde em 2021 teve um crescimento de 50% (FLEISHER, 2023). Trata-se do conceito *Build-to-rent* (construir para alugar), o BTR basicamente são edificações que são construídas com o intuito de suas comodidades serem alugadas. O cenário encontrado hoje é de apartamentos ou casas para compras com o valor muito alto, fazendo com que haja uma falta de interesse das pessoas em buscar esse setor. Como alternativa, para evitar os preços altos de compra, as pessoas estão tendendo a buscar lugares para morar através de aluguéis, uma alternativa muito mais barata. Aproveitando esse cenário que da indústria imobiliária residencial, a construção modular é uma opção viável para o BTR, pois as edificações podem ser construídas mais rapidamente e com maior eficiência além de permitir unidades habitacionais mais personalizadas e flexíveis adaptando-se às necessidades dos desenvolvedores e inquilinos. Com isso, a construção modular, levando em conta o crescimento do BTR, se torna uma opção atraente para os desenvolvedores, pois oferece uma fonte estável de receita e um retorno mais rápido sobre o investimento (FLEISHER, 2023)

#### 2.4 CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO MODULAR

Este capítulo tem como objetivo compreender as características que compõem a singularidade do processo de construção modular. Isso possibilitará, na etapa posterior, a análise das dificuldades e entraves que a construção *offsite* enfrenta no território brasileiro, passando pelas questões fiscais e tributárias no cenário em que estão inseridos.

A construção modular, possui as etapas iniciais iguais aos da construção tradicional de alvenaria, que são o planejamento e a aprovação de projetos. Após isso, a construção modular se difere totalmente da construção *onsite*: existem engenheiros que são responsáveis por cada etapa de produção dos materiais em fábrica tornando-os especializados naquela etapa e fazendo com que o processo de criação da construção em fábrica seja ainda mais rápido. De acordo com artigo publicado pela empresa Opus Construções Modulares em 2021, 98% de todo o processo de uma seção de edifício é concluída na fábrica. Após isso, uma importante etapa é feita: o transporte de todos os módulos para o local do canteiro de obras. Serão necessários grandes guindastes para levantar e inçar os módulos do caminhão para instalá-los nos locais projetados. Em resumo, toda as etapas de elaboração, criação e execução dos

materiais utilizados na construção, são feitos em uma fábrica, totalmente fora do canteiro de obras.

## 2.5 DIFICULDADES LEVANTADAS NA CONSTRUÇÃO MODULAR DO BRASIL

Muitos estudos apontam a importância da construção modular no Brasil, mostrando os benefícios que esse processo de execução de obras pode trazer ao país. O projeto de graduação de Souza (2022) trazia um estudo que buscava fazer um comparativo entre construção modular e construção civil tradicional, observando vantagens e desvantagens entre eles. Foi analisado que as principais desvantagens da construção modular são as barreiras e entraves que hoje esse setor sofre por causa de dificuldades logísticas e tributárias. Portanto é de suma importância o entendimento desses problemas para que eles possam ser modificados e a construção modular seja uma alternativa forte para o setor civil brasileiro.

O estudo feito pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2013, demonstra os cenários de carga tributária dos setores de construção de pré-fabricados e materiais fabricados no canteiro de obras. Foram realizados estudos comparativos entre a utilização de pré-moldados de concreto produzidos no canteiro de obras e pré-moldados fabricados em unidades fabris. Observou-se que, embora o processo realizado em fábrica seja mais rápido e conveniente, não se mostra como a opção mais atraente, pois os pré-moldados feitos *onsite* possuem desconto de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) dos produtos feitos, sendo 2,6% mais barato nos custos de construção. Caso os pré-moldados feitos em unidade fabril também tivessem benefício tributário, descontado também o ICMS, o resultado se inverteria, e os produtos feitos em fábrica seriam teriam custo 0,9% mais baixos.

### 3 DETALHAMENTO DOS MÉTODOS NA CONSTRUÇÃO MODULAR

Este capítulo abordará os diferentes métodos de produção que permitem que a construção modular se adeque às demandas dos clientes e das empresas prestadoras de serviço. A construção *offsite* persiste de duas principais formas de fabricação, os painéis 2D e 3D. Nesse capítulo serão descritos suas vantagens, custos e facilidades.

#### 3.1 FASES DE PRODUÇÃO

Como a construção modular é uma forma alternativa da construção civil tradicional que se tem hoje, as suas fases de produção são semelhantes, com algumas diferenças. O ciclo de construção *offsite* pode ser compreendido em: [1] projeto e planejamento; [2] execução da subestrutura, [3] produção dos módulos; [4] transporte dos módulos; [5] montagem e [6] instalação (BAÚ & HAITO, 2022)

Phases of modular construction cycles	Design		Pre-construction				Construction				Post-construction				
	Design	Permits and approvals	Planning and scheduling	Engineering	Module production	Site preparation	Foundations	Delivery management	Transport	Lifting on site	Assembly	Installation	Operation	Monitor modules	Reconfigure modules
AUTHORS															
Gosling <i>et al.</i> (2016)	X		X					X			X			X	X
Kamali and Hewage (2016)	X	X		X	X	X	X		X	X		X	X		
Mignacca <i>et al.</i> (2018)	X			X	X				X						
Bertram <i>et al.</i> (2019)	X				X		X					X			
Gibb (1999)	X								X	X	X	X			

Tabela 3.1 – As etapas do ciclo da construção modular identificadas de acordo com a literatura (BAÚ et HAITO, 2022)

Legenda:

Design = Desenho

Permits and approvals = Permissões e aprovações

Planning and scheduling = Planejamento e agendamento

Engineering = Engenharia

Module production = Produção dos módulos

Site preparation = Preparação do local de obra

Foundations = Fundações

Delivery management = Gerenciamento do transporte

Transport = Transporte

Lifting onsite = Elevação e manuseio em campo

Assembly = Montagem

Installation = Instalação

Operation = Operação

Monitor modules = Monitoramento dos módulos

Reconfigure modules = Reconfiguração dos módulos

### **3.1.1 Projeto e planejamento**

A primeira fase, chamada de projeto, consiste nas atividades associadas ao desenho da edificação, aprovações e planejamento. Os desenhos de edificação consistem na ideia de harmonizar e relacionar as ideias de modulação necessárias para o projeto civil com o design de arquitetura para se chegar ao tipo de material adequado ao projeto, que serão descritos mais a frente nessa pesquisa. Essa tarefa é comumente feita por *Building Information Modeling* (BIM), que é uma série de processos, métodos, softwares e tecnologias usada para melhorar a comunicação e a cooperação durante as fases de um empreendimento. Desde a concepção arquitetônica até a manutenção do edifício, se trata de uma versão digital completa da construção (MARAGNO, 2022). As permissões são atividades que englobam as tarefas ligadas à edificação, mas principalmente com o transporte dos módulos, isso porque, dependendo da complexidade dos módulos, suas dimensões são grandes, necessitando o aval da prefeitura para o transporte de tal carga. O planejamento seria a etapa de entender quais serão as tarefas propostas, a mão de obra necessária e também a fase de compra de materiais (BAÚ & HAITO, 2022)

### **3.1.2 Execução da subestrutura**

A segunda etapa, a execução da subestrutura, inclui o trabalho preliminar e da colocação das fundações. Nela são feitos os dimensionamentos das cargas, que advém da escolha de materiais da edificação do projeto. É essencial realizar um estudo de solo para compreender como as cargas serão transmitidas. Mesmo que os materiais de construção modulares sejam mais leves, essa etapa ainda é de grande importância (BAÚ & HAITO, 2022)

### **3.1.3 Produção dos módulos**

Essa é a etapa que mais se diferencia da construção civil convencional, é o estágio de produção dos módulos onde se tem a maior quantidade de tarefas e entradas envolvidas.

Ocorrem duas fases simultaneamente, a execução da subestrutura *onsite* mencionada na etapa 2 e a produção dos módulos *offsite*, ou seja, a construção dentro e fora do canteiro de obra, permitindo uma maior produtividade por poder executar duas etapas ao mesmo tempo e da maior rapidez do processo de produção da construção *offsite* por si só. Nesta etapa, os módulos de painéis 2D, 3D ou híbridos, como serão explicados mais a frente, são construídos de acordo com as especificações determinadas no projeto. Depois, passam por um alto controle de qualidade que garante a entrega de blocos de qualidade e duráveis (VISIA, 2020)

### **3.1.4 Transporte dos módulos**

Esta etapa consiste em transportar os módulos prontos da fábrica até o local da obra. É um estágio da construção modular onde pode haver muitos desafios, pois, dependendo das dimensões dos módulos a serem transportados, dificuldades no caminho do traslado podem ser encontrados. É importante que uma visita técnica seja feita pelo operador logístico, para serem identificadas possíveis barreiras físicas do transporte, da mobilização deles e também na instalação dos módulos *onsite*. Esta etapa, não é feita propriamente no período de transporte dos módulos, mas é essencial para que eles sejam feitos para garantir a segurança do transporte dos materiais. É fundamental obedecer a todas as exigências legais pois, de acordo com o CONTRAN, diferentes medidas devem ser feitas de acordo com o dimensional dos módulos. Caso eles tenham de 2,6 metros a 3,2 metros de altura, será necessária a obtenção da Autorização Especial de Trânsito (AET). Se as dimensões dos materiais a serem transportados supere os 3,2 metros até 4 metros, além da AET, será obrigado que os módulos sejam acompanhados por escolta ou batedores. Essa medida se aplica também caso os Módulos tenham mais de 15 metros de comprimento.

### **3.1.5 Montagem**

A etapa de montagem dos módulos ocorre logo após o transporte até o local da obra. No canteiro de obras os módulos são alçados normalmente por guindastes e os mecanismos que permitem a execução dessa tarefa são as aberturas que cada módulo possui, permitindo a elevação deles até os locais para serem dispostos. Os mecanismos de elevação variam de acordo com o tipo de material do módulo, podendo ser de madeira, aço ou concreto. Além da complexidade do módulo, a forma de elevação também será adequada à sua magnitude e dimensão., já que demandará mais esforço para montar os diferentes dimensionais de módulos. Além de cada empresa ter seus métodos e costumes de montagem, nessa etapa

ocorrem variações de acordo com o projeto a ser desenvolvido. Entretanto, as premissas são as mesmas, elevar os módulos e colocá-los, conforme demonstrado na figura 3.2, nas posições adequadas onde foram calculadas as forças de cargas nas fundações e, posteriormente, sua nivelção. Terminado o posicionamento, as unidades modulares são consolidadas estruturalmente entre si e com a fundação, por soldagem ou aparafusamento, formando um sistema modular, ou seja, uma composição de módulos (BAÚ & HAITO, 2022)



Figura 3.2 – Módulo 2D de madeira sendo elevado por um guindaste (HABITABILITY, 2022)

### **3.1.6 Instalação**

Entrando na fase final dos processos de produção da construção modular, o estágio de instalação consiste na ligação de instalações e serviços e da realização de acabamentos entre os módulos. As instalações elétricas são comumente manufaturadas com conectores e as peças chegam no local da obra já prontas para a conexão entre os módulos onde só será necessário fazer o encaixe delas para finalizar a instalação. Já as instalações hidráulicas, possuem plugs de tampa para serem conectados no canteiro. Nesta etapa os módulos também são tratados acusticamente, termicamente e são impermeabilizados, variando de acordo com o método de cada empresa e o que o projeto da edificação requer. Os materiais que são utilizados nessa fase variam para o tratamento adequado dos módulos. Podem ser utilizados por exemplo a manta asfáltica aluminizada e a espuma expansiva de poliuretano. Após isso,

as calhas são instaladas para garantir o fluxo de água adequado, as juntas dos módulos são tratadas para garantir estanqueidade, os revestimentos são instalados no chão, paredes e tetos na área dessas juntas com o propósito de escondê-las. No estágio final da instalação dos módulos, as tarefas de finalização são feitas, que são a aplicação de revestimento nas paredes e acabamentos elétricos para a iluminação. Para garantir que tudo está 100%, reparos geralmente são necessários para garantir que nenhum impacto, ou danos causados na fase de transporte (BAÚ & HAITO, 2022)

## 3.2 TIPOS DE MODULAÇÃO

### 3.2.1 Painéis 2D

A construção modular pode ser construída com painéis de módulos 2D, onde consiste em uma abordagem de montagem plana usada em móveis domésticos. Uma explicação funcional de componentes modulares e pré-fabricados 2D pode ser descrita como componentes pré-cortados, pré-dimensionados ou pré-moldados que são montados ou instalados no local. Eles geralmente chegam como painéis planos ou sistemas não volumétricos e estão prontos para montagem. (DOLPHIN, 2020). Tais módulos 2D, contêm os conduítes necessários para serviços como ventilação e ar-condicionado *Heating, Ventilating and Air Conditioning* (HVAC), aquecimento e encanamento que podem ser conectados com conectores padrão (Bertram *et al.* 2019).

As soluções em painéis 2D oferecem maior flexibilidade. Por exemplo, painéis 2D funcionam bem para projetos residenciais de alto padrão, onde os layouts são tipicamente mais complexos com áreas abertas maiores. Um outro benefício da construção modular utilizando painéis em duas dimensões são a facilidade no transporte e logística, já que são painéis mais leves e menores, facilitando sua mão de obra para locomoção da fábrica até o local da obra. (Bertram *et al.* 2022). Incluídos nesta categoria estão os painéis isolados estruturais (SIPS), painéis *de metal frame* e paredes cortina. Segue abaixo, na figura 3.3, um exemplo de painel 2D de parede cortina.

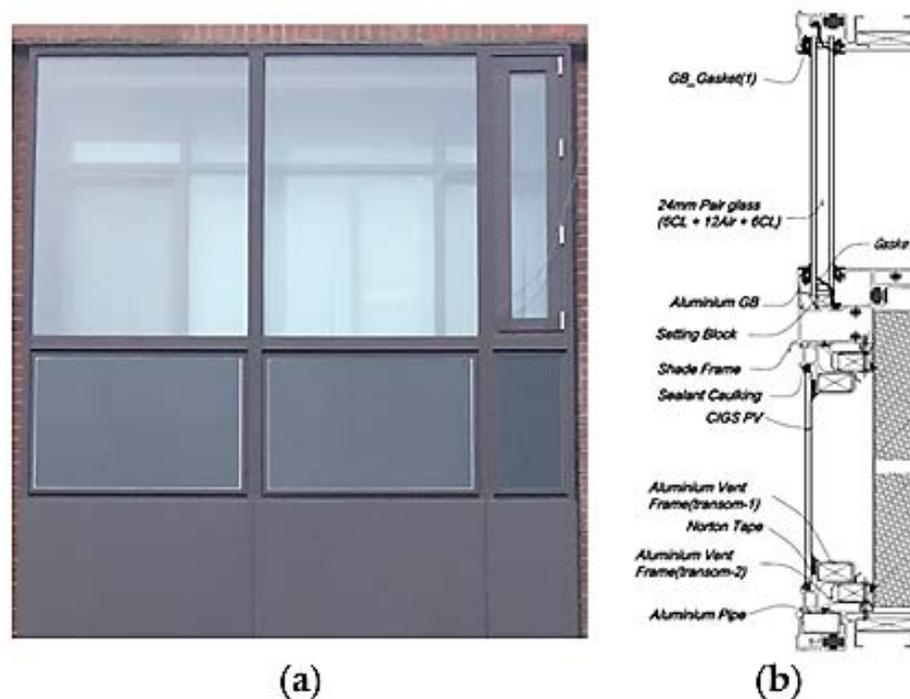


Figura 3.3 – Painel 2D de parede cortina integrado ao edifício. (a) vista em corte (b) (BOAFO, 2016)

### 3.2.2 Painéis 3D

As soluções da construção modular em painéis 3D são unidades totalmente equipadas, em módulos constituindo-se de cômodos totais ou partes de um cômodo, onde já são montados neles portas, janelas e acabamentos. Os painéis 3D, como os painéis 2D, podem ser constituídos de madeira, aço ou concreto, sendo os dois primeiros os materiais mais comuns nas utilizações das edificações, uma vez que possuem como vantagem o fato de serem mais leves e possuírem uma logística mais fácil de ser implementada. A sua montagem no local da obra envolve, como os painéis 2D, o levantamento dos módulos e a conexão de serviços de eletricidade e hidrossanitários. Esses painéis 3D oferecem o potencial para máxima eficiência e economia de tempo, entretanto, os maiores custos de transporte e limitações de tamanho são um dos principais pontos negativos dessa alternativa. A abordagem volumétrica 3D é mais adequada para projetos com alto nível de repetição, note-se que isso não quer dizer que o resultado seja uma edificação onde tudo possui a mesma aparência. Os painéis 3D trazem uma facilidade de padronagem de produção onde eles podem ser montados de formas diferentes para garantir um resultado final personalizado para o projeto. (Bertram *et al.* 2019). Na figura 3.4 está um exemplo de painel 3D sendo montado em uma edificação de grande estrutura.



Figura 3.4 – Exemplo de painel 3D finalizado e sendo alçado, com janelas, portas (SMART, 2020)

### 3.2.3 Painéis híbridos (2D + 3D)

É possível usar uma mistura de módulos 3D e 2D para a solução da construção. Esse método consiste em escolher alguns cômodos onde é mais adequado, em relação à custo e logística, módulos 3D e em alguns outros pontos focais, os painéis 2D são a melhor solução. Por exemplo, para os locais de piso molhado de uma edificação como cozinhas e banheiros, as unidades de painéis 3D são as melhores opções (SALAMA, *et al.* 2017). Para os painéis 2D, a sua utilização se torna mais adequada para os pisos e paredes nas áreas como salas de estar e quartos. Essa alternância de escolha de painéis para os locais mais eficazes torna o processo mais otimizado para as duas áreas diferentes do edifício, trazendo melhorias de alta produtividade para as áreas de banheiro e flexibilidade máxima para todas as outras áreas. No entanto, o processo de fabricação necessário para entregar ambas as soluções se tornam mais complexo, assim como a coordenação da cadeia de suprimentos, para isso as empresas precisam ter expertise e experiência para trazer essa abordagem para sua construção; (Bertram *et al.* 2019)

## **4 PRINCIPAIS TIPOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO MODULAR**

Neste capítulo serão apresentados os tipos mais comuns de materiais utilizados na técnica de construção com módulos, com ênfase nas suas definições e processos de fabricação, além disso, serão destacadas suas vantagens e desvantagens, com o intuito de servir como material de conhecimento e também para análise de possíveis obstáculos que possam surgir desses materiais para a dificuldade de crescimento da construção modular no Brasil.

### **4.1 MADEIRA**

#### **4.1.1 Definição**

A construção modular possui a madeira como componente mais comum para se utilizar como material. Ela tem como característica o alto valor ecológico, porque somente a madeira apresenta saldo de carbono negativo, absorvendo o carbono que fica na atmosfera, indo de encontro com outros tipos de materiais, que pelo contrário, liberam carbono. Além disso, a madeira é um material extremamente versátil e valorizado pela sua estética. Contrariando a crença popular, a madeira apresenta uma alta durabilidade como material de construção.

A fabricação desse componente se inicia com a chegada da madeira nas instalações da empresa, onde ela passa pelo processo de beneficiamento. Após isso, os componentes da madeira são então divididos entre elementos de estrutura e elementos para vedação. Ainda no processo fabril, a madeira recebe um tipo de tratamento fazendo com que a durabilidade dela aumente, onde são inseridos compostos que a protegem de umidade, cupins e chama direta. Após essa etapa, os componentes são então montados e catalogados na fábrica, onde são produzidos as estruturas e os painéis de vedação já com tubulação hidráulica e eletrodutos embutidos e por fim finalmente levados até o local da instalação da edificação. (SOUZA, 2022)

#### **4.1.2 Processo de manufatura dos módulos de madeira**

O processo de manufatura da madeira na construção modular envolve vários processos, resultando no produto mostrado na figura 4.1.

- a. Seleção da madeira: é importante escolher madeiras de alta qualidade e de fontes sustentáveis para garantir a durabilidade e a resistência a longo prazo da construção;
  - b. Corte e usinagem: a madeira é cortada e usinada para as dimensões específicas necessárias para cada componente da construção modular;
  - c. Secagem: a madeira é secada para garantir que a umidade seja reduzida a um nível apropriado antes da montagem;
  - d. Tratamento de superfície: a madeira é tratada para protegê-la contra insetos, fungos e deterioração por umidade;
  - e. Montagem: os componentes de madeira são montados para formar a estrutura da construção modular;
  - f. Acabamento: as superfícies da madeira são lixadas, pintadas ou revestidas com materiais de acabamento para melhorar sua aparência e durabilidade;
- (KOKUBUN, 2014)



Figura 4.1 – Exemplo de módulo em madeira (COLMEIA, 2018)

### 4.1.3 Vantagens e desvantagens

Seu custo e benefício, baixo peso e versatilidade são algumas das vantagens que a madeira traz consigo. Usado em boa parte das construções modulares ao redor do mundo, esse

material carrega diversos benefícios para seus usuários. A mão de obra possui uma melhor trabalhabilidade, por ser um material muito mais leve, o manuseio da madeira manual ou através de maquinário pelos funcionários é facilitado. Outro lado positivo da madeira é dela ser considerada um material de construção sustentável em várias frentes. Considerando uma colheita apropriada e respeitando as práticas florestais gerais, a madeira pode ser uma parte sustentável da construção. É um material que pode ser facilmente reutilizado, caso tenha que desmontar uma parte da edificação. A madeira reciclada é ideal para criar produtos como painéis de fibras de média densidade (MDF) e painéis de partículas, que, embora não sejam tão bons quanto a madeira sólida para materiais como molduras, podem ser uma ferramenta valiosa para várias aplicações diferentes (MORRISSON, 2021)

A madeira possui como uma desvantagem o fato de seus módulos serem feitos, em sua grande maioria, em formatos retilíneos, limitando a formação de ambientes mais customizáveis. A grande desvantagem da utilização da madeira na construção modular, não está em suas propriedades mecânicas, mas sim na questão cultural no qual, os brasileiros mais em específico, possuem uma opinião de ser um material mais frágil em relação a um aço ou concreto. A madeira, no senso comum, tem a fama de ser suscetível a fragilidade a temas como umidade e cupins, entretanto isso não passa de uma falácia, uma vez que esses materiais possuem alta resistência e são tratados para que essas fragilidades não ocorram.

## 4.2 AÇO

### 4.2.1 Definição

A construção em aço é, por natureza, pré-fabricada até certo ponto, mas o uso inovador dessa tecnologia surgiu em resposta à demanda do mercado por edificações de maior complexidade. A construção em aço estabeleceu um marco histórico no setor de edifícios comerciais, onde os benefícios da velocidade de construção e grandes vãos com integração de serviços são bem compreendidos. O setor residencial de médio porte, como apartamentos, e hotéis, utiliza tecnologias similares de aço e compósitos, embora em escala mais modesta, e a construção em aço alcançou 20% de participação de mercado neste importante nicho de mercado, que representa aproximadamente 40% da produção habitacional (LAWSON *et al.* 2005)

Na utilização do aço para a construção modular, as paredes produzidas podem oferecer características estruturais, ou não. Além disso, elas contam com um preenchimento para o

isolamento térmico entre os perfis e tem como opção possuir o fechamento feito com placas de *Oriented Strand Board* (Painel de Tiras de Madeira Orientada) OSB. Podem ser usualmente utilizadas gesso acartonado ou placas cimentícias. (BORTOLOTTI, 2015). Se protegidos de forma apropriada contra a corrosão, os módulos de aço irão durar muito tempo e sobreviver as mais diversas condições de tempo. Adicionalmente, com a inovação da tecnologia de seus componentes, trazendo aços mais leves, como o alumínio, tornou-se mais comum a sua utilização devido a sua facilidade de uso do fato de permitir projetos utilizando materiais compostos, como módulos de aço e madeira em conjunto.

#### **4.2.2 Processo de manufatura dos módulos de aço**

O processo de manufatura do aço na construção modular envolve vários processos, em que se pode chegar em um módulo semelhante ao da figura 4.2.

- a. Corte: O aço é cortado para tamanhos específicos com máquinas a laser ou guilhotina para atender às necessidades de cada projeto;
- b. Dobra: O aço é dobrado para formar ângulos e curvas para dar forma aos componentes estruturais;
- c. Soldagem: O aço é soldado para juntar várias peças juntas. Isso pode ser feito por processos manuais ou automatizados, como soldagem a arco ou MIG;
- d. Galvanização: O aço é revestido com uma camada de zinco para proteção contra a corrosão;
- e. Pintura: O aço é pintado para melhorar a aparência e proteção contra intempéries;
- f. Montagem: As peças são montadas para formar componentes estruturais, como colunas, vigas, etc; (PALIARI & VIVAN, 2021)



Figura 4.2 – Exemplo de módulo em aço, de quatro lados com um grande corredor no meio. (LAWSON, 2012)

### 4.2.3 Vantagens e desvantagens

Uma das maiores vantagens que o aço traz para as edificações é do fato de ele não ser inflamável, trazendo uma sensação de segurança para quem for habitar o local. Os possíveis danos causados pelo fogo serão potencialmente limitados e o esqueleto da infraestrutura permanecerão utilizáveis com reparos adequados. O aço, apesar de sua alta rigidez e resistência, ele é considerado na construção modular como um material que oferece alta durabilidade para diferentes formatos para os módulos, como em arcos ou arredondados, diferente dos módulos em madeira nos quais são normalmente feitos retilíneos.

Pode-se citar como desvantagem na utilização do aço para as obras na construção modular, o fato desse material ser consideravelmente mais pesado que alguns tipos de componentes, o que faz com que a sua produção exija maquinários um pouco mais potentes. Outra desvantagem observada foi o aumento do preço do aço global, devido as crises de COVID-19 e a guerra entre Ucrânia e Rússia, fizeram com que o valor desse material aumentasse, cerca de 200% no passado recente, conseqüentemente o preço das casas onde o aço tem uma alta participação, quando comparada a obras convencionais, sendo esse valor representando cerca de até 20% do valor da casa (CONCRETE, 2021)

## 4.3 CONCRETO

### 4.3.1 Definição

O concreto é comumente relacionado às técnicas da construção convencional, onde o concreto é preparado previamente ou então no próprio local da obra, despejado em formas e curado. No entanto, o concreto também é muito utilizado como material de construção para edifícios modulares permanentes. Edifícios feitos de concreto são de grande utilidade ou edifícios ao ar livre. O uso de concreto na construção modular permite uma construção rápida e eficiente, com alta resistência estrutural e durabilidade. Além disso, é possível personalizar as propriedades do concreto para atender aos requisitos específicos da aplicação, como por exemplo os concretos são reforçados com fibra e aço apropriados para aumentar sua resistência.

### 4.3.2 Processo de manufatura dos módulos de concreto

A manufatura do concreto em construções modulares envolve a produção de elementos pré-fabricados de concreto em fábricas, com controle rigoroso de qualidade e especificações técnicas resultando no módulo mostrado na figura 4.3. O processo inclui os seguintes passos:

- a. Preparação do molde industrial: Os moldes são fabricados de acordo com as especificações do projeto, geralmente em aço;
- b. Mistura do concreto: O concreto é misturado com água, cimento, agregados (areia, brita) e aditivos, se necessário, usando equipamentos específicos, como betoneiras;
- c. Despejo do concreto: O concreto é despejado de forma automatizada por máquinas no molde
- d. Compactação: O concreto é compactado usando equipamentos mecânicos para remover bolhas de ar e aumentar a densidade;
- e. Cura: O concreto é mantido úmido e a temperatura é controlada para permitir a cura adequada;
- f. Desmoldagem: Após a cura, o elemento pré-fabricado é retirado do molde e preparado para transporte e instalação no local;

(SANTOS & SEBBA, 2020)



Figura 4.3 – Exemplo de módulo em concreto (BPM PRÉ-MOLDADOS, 2020)

### 4.3.3 Vantagens e desvantagens

Os pontos positivos do uso do concreto na construção modular são principalmente a durabilidade. O concreto é altamente resistente à corrosão e ao desgaste, o que significa que ele tem uma vida útil longa e pode suportar condições adversas, como temperaturas extremas e umidade. Um outro ponto positivo para a utilização do concreto, seria em relação ao isolamento térmico e acústico, ou seja, ajuda a manter a temperatura interna dos edifícios estável e a minimizar a transmissão de ruídos entre os ambientes. Além disso o concreto é um material resistente à umidade e aos fungos, o que o torna pouco suscetível a problemas de manutenção.

Por outro lado, esse tipo de material possui algumas desvantagens como: Tempo de secagem onde esse processo pode ser demorado, o que significa que a construção de edifícios pode ser mais lenta. Outro fator negativo seria em relação ao seu peso, no qual é considerado alto, significando que pode ser exigida uma estrutura mais robusta e mais cara para suportar sua carga. Além disso, o peso do concreto pode tornar a construção de edifícios mais difícil e requerer máquinas e equipamentos especiais para movimentá-lo. Por fim, outra grande desvantagem do concreto seria a sua dificuldade de corte e formação, o que significa que pode ser mais difícil personalizar as dimensões e formas dos elementos da construção. Além disso, o uso de ferramentas especiais é necessário para cortar o concreto.

## 5 PRINCIPAIS ENTRAVES NA CONSTRUÇÃO MODULAR NO BRASIL

### 5.1 DIFICULDADE NA OBTENÇÃO DE CRÉDITOS

#### 5.1.1 Necessidade do financiamento antecipado

O obstáculo do financiamento é um dos principais entraves para a construção modular no Brasil, pois essa técnica requer um maior capital inicial comparado à construção tradicional. Os processos de produção e aquisição de produtos para a construção modular, mostram que os custos de material e despesas gerais correspondem a até 60% do custo total de um módulo. Por isso, os fabricantes solicitam aos bancos e financiadores um pagamento antecipado de cerca de 50% no momento do pedido para adquirir materiais em um curto período de tempo e aumentar a eficiência da fabricação. A produção dos módulos pode começar seis meses antes da entrega do primeiro módulo no local, com base no tamanho de diferentes projetos, enquanto a aquisição de materiais pode começar 6-7 semanas antes da fabricação. Isso significa que o fabricante de módulos tem que pagar pelos materiais e depois pagar pela mão de obra durante a fabricação dos módulos, enquanto os bancos liberam o financiamento da construção somente após a entrega dos módulos no local da construção. Dependendo do tamanho do projeto, o fabricante de módulos pode precisar de R\$80-R\$100 milhões antes de receber qualquer financiamento dos credores. Esses grandes requisitos de capital antecipado dos fabricantes podem afetar as reservas bancárias, com isso os bancos e credores institucionais exigem alguma garantia para reservar algum dinheiro em seu patrimônio para evitar inspeção dos reguladores. (SALAMA, *et al.* 2020)

Cameron e Carlo, em 2007, fizeram um dos poucos estudos que se tem no qual analisaram financeiramente a construção modular do ponto de vista do empreendedor. Foi analisado a taxa interna de retorno (TIR) que é o retorno anualizado do investimento em qualquer período de tempo, em dois cenários: primeiro onde se tratava de um projeto composto por seis edifícios construídos para desenvolvimento de aluguel enquanto o segundo cenário se tratava do mesmo projeto, porém construído para venda. Esses dois cenários foram comparados tanto para construção modular e construção tradicional. Concluiu-se que a TIR de capital próprio aumentou ao utilizar a construção modular em comparação com a construção tradicional, de 35,1% para 47,5% para o primeiro cenário e de 25,75% para 27,60% para o segundo cenário. A diferença entre a TIR de capital próprio da construção modular e tradicional é atribuída ao faseamento flexível da construção modular, uma vez que, por

exemplo, dois edifícios podem ser instalados no local para estar prontos para aluguel ou venda, enquanto outro edifício está sendo fabricado fora do local. (SALAMA, *et al.* 2020)

Cronogramas mais curtos de construção modular permitem que os desenvolvedores reduzam os pagamentos de juros devido ao período de empréstimo mais curto e possam obter economias adicionais de custo devido aos cronogramas encurtados que reduzem o tempo geral de construção e possam fazer economias adicionais de custo devido aos cronogramas mais curtos que reduzem o custo e risco do seguro.

### 5.1.2 Instituições financeiras

A falta de apoio do setor financeiro é um dos principais desafios para a construção fora do local devido a muitas razões, como a alta rentabilidade dos credores que financiam moradias tradicionais. Muitos fabricantes fora do local têm que financiar internamente seus projetos até o final da fabricação. Portanto, somente os construtores mais bem-sucedidos podem gerenciar projetos de grande escala com custo razoável. (SALAMA, *et al.* 2020)

Muitas instituições financeiras ainda não oferecem linhas de crédito específicas para a construção modular, o que pode dificultar a obtenção de recursos para projetos. Embora em 2023 existam empresas no Brasil que possibilitam a obtenção de crédito para obras utilizando materiais pré-fabricados, essas empresas são raras em território brasileiro e possuem restrições quanto ao tipo de material permitido para sua obra. (FERRAZ, 2017)

A Caixa Econômica Federal é um dos poucos bancos que possuem linha de crédito para o setor da construção modular no Brasil, exigindo o cumprimento de uma etapa no processo adicional para que a operação seja aprovada. Usualmente a Caixa Econômica requer que um engenheiro terceirizado faça a apreciação da construção. O engenheiro desempenhará a função de avaliar o projeto do interessado, incluindo visitas ao terreno e o estabelecimento do processo. Esse caso ocorre para qualquer tipo de obra, seja convencional ou modular, entretanto o caso é enviado também para a Gerência de Desenvolvimento Urbano quando a casa projetada não possui alvenaria. Lá são utilizados parâmetros específicos como referência, como análise de materiais empregados, índices de inadimplência e do mercado. Construção de madeiras são financiadas no máximo por 15 anos, as de *steel-frame* podem chegar a até 30 anos. Para as construções utilizando madeira, até 100% da casa pode ser financiada, entretanto as áreas molhadas como banheiros e cozinhas devam empregar alvenaria nelas. Já para as construções utilizando *steel-frame*, elas possuem limite de 80%, pois caso o banco deseje retomar a edificação por falta de pagamento, é necessário que alguém queira comprá-la, tornando-se um problema, pois atualmente em 2023 existem poucas empresas expressivas

no ramo do mercado de construção modular, causando assim uma barreira de mercado (FERRAZ, 2017)

A empresa BM Minha Casa, especializada em crédito imobiliário, está acostumada a propostas que fogem do sistema convencional, porém elas são analisadas caso a caso. Também por meio de engenheiros terceirizados, a BM Sua Casa verifica a possibilidade de fechar negócio. A lei no Brasil, obriga a fazer seguros contra danos físicos à edificação, mas a empresa seguradora não costuma aceitar projetos quando a obra não é de alvenaria, sendo o principal obstáculo na relação com as seguradoras. Além disso, há entraves quando o projeto possui em seu escopo a utilização de materiais de madeira pois ele é julgado ser um material que pode deteriorar antes do prazo total do financiamento (FERRAZ, 2017)

## 5.2 FALTA DE REGULAMENTAÇÃO

Ao analisar a Norma de Coordenação Modular para Edificações, NBR 15.873 (ABNT, 2013), ainda fica claro que existem lacunas que deem segurança e o suporte necessário para esse setor da construção civil no Brasil e puderam ser constados alguns pontos interessantes ao assunto.

A falta de regulamentação é um dos principais entraves para a construção modular no Brasil. A construção modular ainda não é amplamente regulamentada no país, o que pode dificultar sua implementação e incentivo. Sem regulamentação adequada, as empresas e os profissionais envolvidos na construção modular podem enfrentar incertezas sobre os requisitos técnicos e legais para a construção de projetos. Isso pode levar a projetos mal planejados e pouco confiáveis, o que pode prejudicar a imagem da construção modular como um todo. Além disso, a falta de regulamentação pode impedir o desenvolvimento de normas de qualidade e segurança para a construção modular, o que pode prejudicar a segurança e a durabilidade dos projetos. Para superar esse entrave, é importante que as autoridades responsáveis implementem regulamentações adequadas para a construção modular no Brasil. Essas regulamentações devem incluir requisitos técnicos e de segurança, bem como normas de qualidade para garantir a confiabilidade e a durabilidade dos projetos. Além disso, é importante que essas regulamentações sejam atualizadas periodicamente para acompanhar o desenvolvimento da tecnologia e as necessidades do mercado.

Abaixo seguem alguns exemplos da falta de regulamentação para construções modulares:

- a. Falta de normas técnicas específicas: A construção modular ainda não tem normas técnicas específicas que regulamentem aspectos como desenho, produção, transporte e montagem das unidades modulares. Isso pode levar a variações na qualidade dos projetos e prejudicar a segurança dos usuários;
- b. Incerteza quanto à aprovação de projetos: Sem regulamentação adequada, pode haver incerteza quanto ao processo de aprovação de projetos de construção modular. Algumas autoridades podem não estar familiarizadas com a tecnologia e não saber como avaliar projetos de construção modular de maneira apropriada;
- c. Dificuldade para obter seguros: A falta de regulamentação pode tornar mais difícil para as empresas obterem seguros para seus projetos de construção modular. Algumas seguradoras podem não estar dispostas a oferecer seguros para projetos que não estão regulamentados de maneira adequada;
- d. Dificuldade para obter financiamento: A falta de regulamentação também pode dificultar a obtenção de financiamento para projetos de construção modular. Algumas instituições financeiras podem não estar dispostas a investir em projetos que não estão regulamentados de maneira adequada;

### 5.3 TRIBUTAÇÃO SOBRE OS MATERIAIS E FALTA DE INCENTIVOS FISCAIS

Um dos principais empecilhos da forte implementação da construção pré-fabricada no Brasil é o quesito tributação. Atualmente, em 2023, os impostos incididos para a execução de obras utilizando a construção civil convencional são menores quando se comparado aos da construção modular.

Conforme a legislação, definida pela Constituição Federal, no artigo 155, II; e complementar 116/2003, art. 1º e 7º; Lei 10.297/96, artigo 2º, incisos I e V; Resolução Normativa 76. (GOV, 2015), há um tratamento diferente da incidência do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Por exemplo, quando um material é fabricado em um ambiente fabril ela irá possuir uma maior alíquota quando comparado a produção do mesmo material em um canteiro de obras.

Nesse capítulo, será utilizado um estudo de caso, de 2013, feito pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e com apoios da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais de Construção (ABRAMAT) e a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), no qual serão demonstrados os gastos e os impostos incididos para a execução de uma obra de pré-

moldados, onde serão destacadas as diferenças na tributação para os materiais sendo produzidos em um ambiente fabril ou no canteiro de obras. Esse comparativo ajuda a mostrar que a produção de módulos em ambiente de fábrica pode ser afetada por problemas relacionados à tributação quando essa técnica construtiva é feita.

### **5.3.1 Estudo de caso de pré-moldados de concreto**

#### **5.3.1.1 Edificação em questão**

Happy Days Manguinhos foi o empreendimento localizado na Avenida dos Saiás, na praia de Manguinhos, Vitória, Espírito Santo, no qual foi feito o estudo. O empreendimento teve seu lançamento em novembro de 2009 e sua obra teve início em julho de 2010. A construção do prédio iniciou em abril de 2011 com seu término em agosto de 2012.

O projeto dessa edificação foi abordado com três blocos de edifícios residenciais com um padrão médio de acabamento, para a população de renda média em ascensão na região de Vitória. O terreno do empreendimento possuía área de terreno de 10.191,51 m<sup>2</sup>, tendo uma área total de 17.214,03 m<sup>2</sup>. Cada um dos três blocos possuía 11 andares, com uma área média construída de 6.428,95 m<sup>2</sup>. Considerando os três blocos, o empreendimento possuía área de construção de 19.286,85 m<sup>2</sup>.

#### **5.3.1.2 Método construtivo**

Para esse empreendimento foi considerado primeiramente no projeto a utilização do método tradicional para edificação, com a utilização da estrutura em concreto armado e da alvenaria de vedação. A construção estava programada para 30 meses utilizando o plano de negócios e produtividade para esse método. Entretanto, com a falta de mão de obra na região metropolitana de Vitória, e da necessidade de finalizar as edificações em um menor tempo, a empresa precisou optar uma obra mais veloz. Considerado o cenário abordado, a obra então teria que ser feita por pré-moldados de concreto, o que reduziria o prazo para entrega do empreendimento para 19 meses. A figura 5.1 ilustra uma das edificações finalizadas.



Figura 5.1, Edificação finalizada (FGV, 2013)

### 5.3.1.3 Custos

Este tópico irá abordar os custos da execução do empreendimento, em seu total, para 4 métodos construtivos diferentes, levantando os custos de produção e também a incidência do ICMS para cada tipo executivo.

Na tabela 5.2 as colunas foram divididas nos 4 métodos, sendo eles: (A.1) peças pré-moldadas em concreto fabricados no canteiro de obras; (A.2) pré-moldados em concreto fabricados em unidade fabril; (B) alvenaria estrutural; (C) estrutura feita em concreto armado e fechamento em alvenaria de vedação.

Tabela 5.2: Despesas com construção e o ICMS nos diferentes processos construtivos.  
Unidade em Reais - (FGV, 2013)

	Sistema A1	Sistema A2	Sistema B	Sistema C
<b>Despesa total com construção</b>	<b>29.796.637,12</b>	<b>30.602.096,55</b>	<b>32.044.690,26</b>	<b>32.859.430,35</b>
mão de obra	11.811.276,06	11.790.332,14	16.275.009,75	16.634.058,95
material	13.169.371,39	13.103.319,75	13.830.815,33	14.226.800,57
equipamentos	3.479.066,73	3.514.504,96	527.165,85	537.254,69
serviços de terceiros	1.336.922,94	2.193.939,70	1.411.699,33	1.461.316,14
<b>ICMS</b>	<b>1.904.172,75</b>	<b>2.954.848,27</b>	<b>1.798.005,99</b>	<b>1.991.752,08</b>
sobre matéria prima para produção de peças	858.839,69	667.697,93 -		
sobre o valor de venda da peça	-	1.241.817,28 -		
sobre materiais adquiridos para edificação	1.045.333,06	1.045.333,06	1.798.005,99	1.991.752,08
<b>ICMS /custo com material e equipamento</b>	<b>11,4%</b>	<b>17,8%</b>	<b>12,5%</b>	<b>13,5%</b>
<b>ICMS / Valor da obra</b>	<b>6,4%</b>	<b>9,7%</b>	<b>5,6%</b>	<b>6,1%</b>

Fonte: ABCIC

De acordo com a tabela 5.2, no sistema (A.1) as peças pré-moldadas feitas no canteiro de obras, possuem um custo de construção ligeiramente menor quando comparadas com o sistema (A.2) onde os materiais são fabricados em ambiente fabril. Essa pequena vantagem se torna nula, quando colocado em questão o controle de produção, qualidade e a melhor produtividade que uma fábrica pode entregar, fazendo com que o sistema (A.2) seja mais vantajoso até então.

Ao compararmos a incidência do ICMS no custo da construção, pôde se ser observado que as peças produzidas em fábrica possuem uma parcela maior do imposto, no valor de 18%, enquanto no método onde as peças pré-moldadas são feitas no canteiro de obras, o ICMS possui um valor de 11,4%. Isso gera, conforme demonstrado na tabela 5.2, um ICMS / Valor da obra de 9,7% na produção fabril e um número significativo menor de 6,4% para as mesmas peças se produzidas *in loco*.

Caso a alíquota de 11,4% fosse aplicada em ambos os processos, o custo mais baixo seria o do processo totalmente industrializado, resultando em uma redução global de despesas de 0,8%. Além disso, essa política incentivaria o uso de pré-moldados, levando a novos investimentos e ganhos ainda maiores em escala e produtividade. Como a construção com pré-moldados reduz prazos e demanda por mão de obra, essa política traria benefícios altamente favoráveis no atual ambiente de ritmo acelerado de construção com escassez de mão de obra.

Por conta de uma distorção tributária que aumenta o custo da industrialização completa, optou-se por um método menos produtivo na obra.

#### 5.3.1.4 Conclusão do estudo de caso

Uma vez demonstrados os custos e a diferente incidência de ICMS nos diferentes métodos, foi constatado que os impostos sobre unidades pré-moldadas de concreto acabam por limitar o potencial de produtividade da construção civil. Essa tecnologia é mais cara do que os sistemas pré-fabricados produzidos localmente simplesmente pela razão de os impostos serem mais altos. Se essa tecnologia fosse tributada com a mesma alíquota de ICMS, ela seria mais barata. Além disso, os benefícios de custo de abaixar o preço dos bens de capital, um melhor uso dos recursos é obtido por meio da economia de energia, melhor controle de qualidade, redução do impacto ambiental e construção mais rápida.

No entanto, pesquisas atuais mostram que as vantagens econômicas desses processos as áreas industrializadas, por utilizarem menos mão de obra e trabalharem mais rápido, são

reduzidas ou inclusive é totalmente eliminado pela carga tributária sobre os componentes do processo e não existe no produto produzido localmente.

No entanto, atualmente o ICMS direcionado aos componentes do processo de industrialização, aumenta principalmente o custo final da alternativa dela, de forma que a produção no local ainda é a opção mais barata econômica, pois não há incidência de ICMS sobre eles (FGV, 2013)

## 5.4 DESAFIOS DO CUSTO DE MÃO DE OBRA PARA A CONSTRUÇÃO MODULAR

### 5.4.1 Custo de mão de obra

Conforme apresentado por Bertram *et al.* (2019), dois fatores que pode determinar se um país possui um potencial para que a popularidade da construção modular possa ser enxergada, está nos fatores da demanda habitacional não atendida e da relação de escassez e custo de mão de obra de construção. O fato de haver altos salários na construção em um país pode indicar que a mão de obra é escassa e cara, o que pode tornar a construção modular uma opção economicamente viável e atraente. Como a construção modular é altamente industrializada e requer menos trabalho manual no local da obra, ela pode significativamente reduzir os custos de mão de obra em comparação com a construção tradicional. Conseqüentemente, em países onde os salários na construção são elevados e a demanda por habitação é crescente, a construção modular pode ser uma alternativa competitiva em termos de custos.

Como já comentado, o Brasil possuía um déficit habitacional de 2019 uma 7,9 milhões de unidades, e em 2030 esse número pode subir para 11,9 milhões de residências. Um dos fatores determinantes para crescimento da construção modular em um país, o território brasileiro já possui. O segundo indicador, que se refere ao custo de mão de obra, o Brasil possui crescimento acumulado em 2022 de 12,09%. Esse valor de fato é alto, porém ao analisar um pouco mais a fundo, esse valor ficou abaixo do valor acumulado de 2021 que foi de 18,65% e um pouco acima do que registrado em 2020, ano onde iniciou a pandemia de Covid-19, com valor acumulado de custo de mão de obra de 10,16%. Mesmo com quedas recorrentes do custo de mão de obra desde julho de 2022, o acumulado desse ano ainda possui influência das altas provenientes do momento atípico que a pandemia trouxe (NAKAMURA, 2023)

Considerando o cenário atual, em 2023, de alto déficit habitacional e embora o crescimento de custo de mão de obra que o Brasil observou recentemente, pode-se observar que o Brasil não está dentre os países que possuem maior potencial de crescimento das obras utilizando módulos pré-fabricados.

Fazendo referência a figura 2.1, pode-se agregar o Brasil neste gráfico e assim entender como que a situação do país é refletida quando posta em comparação com os países ao redor do mundo.

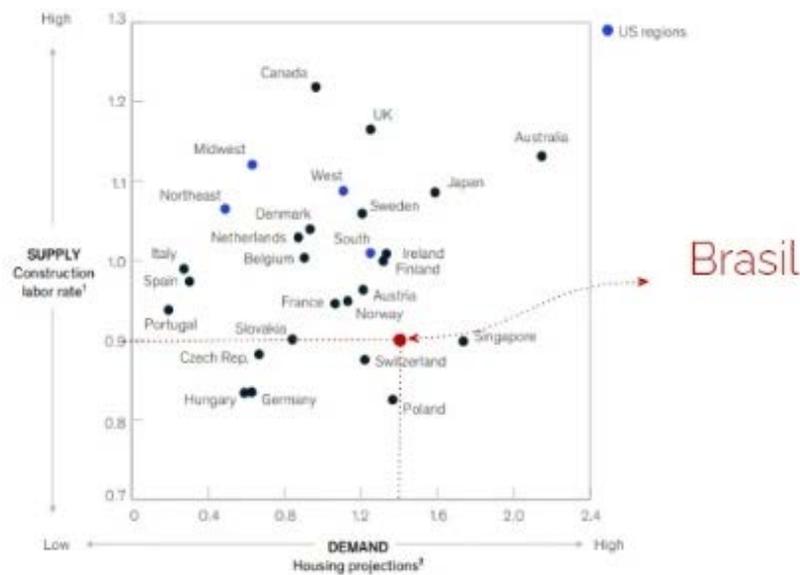


Figura 5.3 – Gráfico de potencial de demanda da construção modular, com o Brasil inserido (TERRACOTTA, 2023)

A figura 5.3, utilizou uma referência extraída de Bertram *et al.* (2019), para incluir a situação brasileira e comparar a posição do país frente aos outros países ao redor do mundo. Ao incluir o Brasil nesse gráfico, levando em conta a demanda por moradias x custo de mão de obra, pode-se observar que o território brasileiro ainda está muito atrás de muitos países.

## 5.5 FALTA DE INCENTIVO E MEDIDAS DAS AUTORIDADES

É importante entender que os entraves e obstáculos expostos nesse capítulo, advém muitas vezes da falta de vontade das autoridades em querer estudar e criar medidas para que essa técnica seja mais difundida e economicamente mais viável. Em suma, o que está por trás das dificuldades de implementação da construção civil surge a partir de um governo que ainda foca em suprir suas demandas de construção civil na velha e convencional técnica de construções por concreto e aço.

O engenheiro civil Luiz Ceotto, com vasta experiências em atividades de construção e de desenvolvimento tecnológico, é um profissional que preza pela eficiência de suas obras para atingir cada vez mais prazos mais curtos utilizando de técnicas que deixam mais eficiente as suas construções. Ceotto, por meio de um vídeo na internet, concedeu uma entrevista na qual compartilhou um pouco a sua visão do cenário da construção no Brasil e suas dificuldades encontradas, que advém muito da falta de atenção do governo para atualizar e renovar as técnicas construtivas.

Dentre os desafios encontrados no Brasil, o seu mercado pode ser considerado como um vilão quando o assunto se trata da construção modular. Embora se tenha no Brasil todas as tecnologias que são utilizadas no mundo, essa tecnologia é muito pouco usada. Com um mercado pequeno, os fornecedores estão pouco preparados para os fornecimentos de materiais de acordo com as demandas das empreiteiras. Os fornecedores dos materiais demandados pela construção modular, possuem pouco comprometimento de prazo e na qualidade dos produtos. Existem empresas que conseguem desempenhar um bom trabalho, porém em sua grande maioria os problemas apontados são recorrentes, com processos antiquados, fazendo com que um processo da obra possa ser paralisado e assim todo o prazo dela seja comprometido. Outro grande problema encontrado nas grandes metrópoles do Brasil, como por exemplo São Paulo, é a restrição de veículos, como por exemplo caminhões em certas áreas da cidade não podem transitar livremente. Para isso, a empresa tem que solicitar autorização à prefeitura para permitir, em uma faixa de horário escolhida pelo Estado, que os caminhões e guindastes possam fazer o descarregamento e encaixe dos módulos. Todo esse processo atrapalha o cronograma que foi definido, pois a velocidade final da execução de uma edificação modular, pode ser traduzida em velocidade de entrada e saída de caminhão e guindastes para a instalação dos módulos (CEOTTO, 2022)

## 6 CONSTRUÇÃO MODULAR AO REDOR DO MUNDO

A técnica de construção modular está sendo amplamente utilizada em todo o mundo, em uma variedade de projetos, desde habitações de baixo custo até edifícios de escritórios de alta tecnologia. A construção de pré-fabricados em ambiente fabril permite que as estruturas sejam construídas rapidamente e de forma eficiente, o que é especialmente importante em áreas remotas ou em regiões com necessidades crescentes de habitação acessível. Neste capítulo, será examinado mais de perto a construção modular e suas aplicações em algumas partes do mundo.

### 6.1 CHINA

#### 6.1.1 Panorama

A China é um dos maiores usuários de construção modular no mundo, especialmente em projetos de habitação. O país tem uma população em crescimento e precisa construir casas rapidamente para acomodar todos. De acordo com as estatísticas do Banco Mundial, a população total da China aumentou de 1,263 bilhão no ano 2000 para 1,411 bilhão no ano de 2020. Além disso, a população urbana como parcela da população total do país aumentou de 36% em no ano de 2000 para 61% no ano de 2020 (KENNETH, 2022)

A urbanização na China está crescendo em um ritmo significativo, assim como a população geral do país. Como resultado, há uma necessidade crescente de edifícios residenciais, o que, por sua vez, está aumentando a necessidade do governo da nação de investir no desenvolvimento do setor imobiliário. De acordo com as estatísticas do Bureau Nacional de Estatísticas da China, entre janeiro e agosto de 2020, o investimento nacional no desenvolvimento do setor imobiliário no país registrou um aumento anual de 10,9%, atingindo US\$ 1.432,9 bilhões. Isso foi registrado como 15,9% superior ao mesmo período do ano anterior. Além disso, as estatísticas também indicam que o investimento no setor residencial foi de USD 1.081 bilhões durante o mesmo período do ano de 2020, registrando um aumento de 13,0% em relação ao mesmo período do ano anterior. Com a crescente necessidade de edifícios residenciais, espera-se que a demanda por estruturas de construção pré-fabricadas cresça significativamente e, por sua vez, contribua para o crescimento do mercado. O mercado de construção pré-fabricada da China gerou uma receita de US\$ 33.660 milhões no ano de 2020 e espera-se que atinja US\$ 43.954 milhões até o final de 2025 (KENNETH, 2022)

Outro fator relevante, além do grande aumento populacional esperado na China onde necessitam técnicas de construção mais eficazes e velozes, está relacionado à necessidade de um crescimento sustentável. Essa necessidade se deve ao fato de a China ter enfrentado nos anos recentes um aumento expressivo no preço da areia, materiais para brita e outros materiais de construção, e além disso problemas relacionados à ambientes nebulosos encontrados nos canteiros de obras que causavam a interdição da execução do trabalho em canteiros de obra. Ou seja, o fato de o governo chinês ter o interesse no maior investimento de sua construção modular não está relacionado apenas por razões técnicas, mas sim por razões relacionadas ao desenvolvimento sustentável (HUANG, 2022)

### 6.1.2 Influência do governo

No ano de 2018, o governo chinês estipulou que até o ano de 2020, 15% (calculado por área construída) dos novos edifícios construídos a cada ano devem ser edifícios pré-fabricados, e isso aumentará para 30% até 2025. Na China, a construção pré-fabricada foi promovida vigorosamente. Políticas de promoção foram introduzidas em todos os lugares, e os requisitos da taxa de pré-fabricação de edifícios também aumentaram ano a ano. Em comparação com a construção civil convencional *onsite* por concreto, edifícios pré-fabricados podem alcançar economias significativas em termos de consumo de água na construção, uso de argamassa de reboco, consumo de energia e desperdício de materiais devido à redução maciça de operações de moldagem *onsite*, o que é de grande importância na promoção do desenvolvimento saudável da indústria de construção da China (SHENG, 2023)

O governo chinês ao longo dos anos recentes, entre 2013 e 2018, elaborou uma série de planos e incentivos para que o país pudesse desenvolver ainda mais a área da construção civil modular. Os governos de diferentes áreas formularam uma série de incentivos para motivar fabricantes, como privilégios fiscais e incentivos de produção. A produtividade das empresas aumentou de 2010 a 2016, além disso, com os incentivos locais sendo gradativamente implementados, o número total de parques industriais de edifícios pré-fabricados ascendeu. De modo geral, o aumento do número de empreendimentos produtivos e parques industriais demonstra a eficácia das políticas de promoção chinesa da pré-fabricação (SHENG, 2023). A figura 6.1, como se pode ver, demonstra o crescimento dessas empresas ao longo dos anos, de 2010 até 2016.

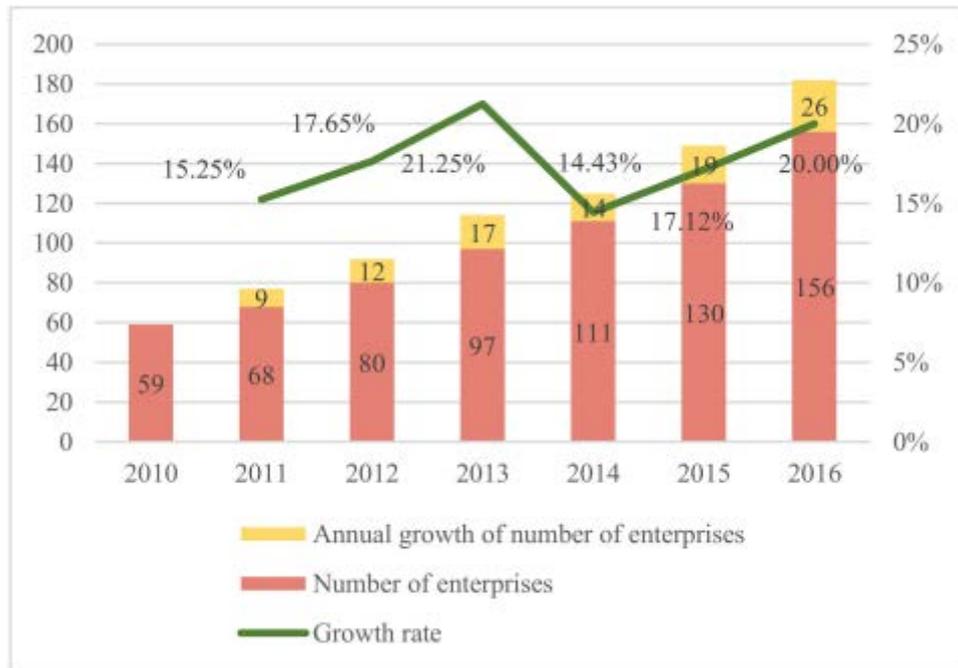


Figura 6.1 – Quantidades anuais da produtividade de empresas de componentes pré-fabricados. (SHENG, 2023)

Legenda figura 6.1:

- Amarelo: Crescimento anual de número de empresas de pré-fabricados
- Vermelho: Número de empresas de pré-fabricados
- Verde: Taxa de crescimento

## 6.2 EUROPA

### 6.2.1 Panorama

A indústria da construção na Europa tem sido tradicionalmente dependente de métodos convencionais de construção. No entanto, com o cenário de mudança e o aumento dos custos de construção, a indústria agora está se voltando para métodos de construção modulares para edifícios altos.

Estima-se que o mercado europeu de construção modular atinja US\$ 10,332 milhões até o final de 2023 e que cresça a uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) superior a 5% durante o período de previsão. O mercado europeu de construção modular é altamente fragmentado, sem nenhuma empresa com uma participação significativa para influenciar o mercado (MORDOR INTELLIGENCE, 2023)

Dentre os principais países da Europa, pode-se citar 3 que possuem uma maior participação, frente aos outros países, quando se compara a receita CAGR, Alemanha, Reino Unido e França lideram esse ranking, como se pode ver na figura 6.2.

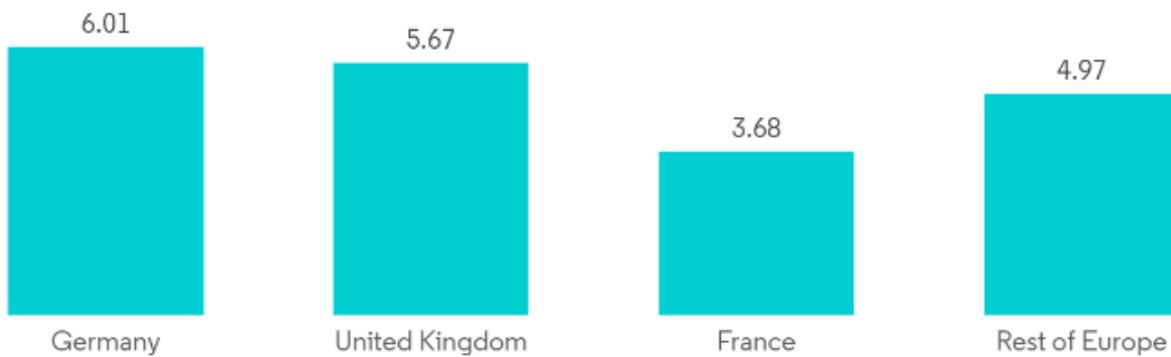


Figura 6.2 – Receita CAGR (%) da construção modular europeia (MORDOR INTELLIGENCE, 2023)

O mercado da construção modular está se expandindo à medida que a demanda por casas de alta qualidade e ecológicas aumenta em todo o continente, com a Alemanha, Reino Unido e França respondendo pelas maiores proporções. Espera-se que a adoção da manufatura aditiva na Europa impulse significativamente o setor de construção pré-fabricada. As empresas estão adotando produtos e práticas de produção ecologicamente corretas para se diferenciarem da concorrência. A introdução de materiais de absorção de energia, como micro habitações, resultou do foco na eficiência energética. (MORDOR INTELLIGENCE, 2023)

Segundo o *National House Building Council* (NHBC), o número de casas novas registradas para serem construídas no Reino Unido caiu 23,2% em 2021, para 123.151, o menor nível desde 2012 (104.922). Como o governo do Reino Unido planeja construir cerca de 300.000 novas casas por ano até 2022 para enfrentar os desafios do mercado imobiliário, espera-se que a construção pré-fabricada desempenhe um papel significativo lá. Além disso, em junho de 2019, o conselho de Worthing deu permissão à Ikea para construir casas modulares na costa sul em uma *joint venture* com a construtora Skanska. As duas empresas, Ilke Homes e Legal & General, construíram fábricas para fabricar casas pré-fabricadas. As duas empresas estão transformando a indústria de casas pré-fabricadas no país com a produção de casas de dois e três quartos (MORDOR INTELLIGENCE, 2023)

### 6.2.2 Políticas de incentivo

A economia inovadora é um componente fundamental para a prosperidade da Europa e que a concorrência nesta área é forte. Para manter sua posição, a Europa precisa ter

flexibilidade e uma visão coerente sobre regulação, financiamento, rentabilidade empresarial, educação e mentalidade social. É importante estimular soluções futuras e ramos da economia e adotar uma política eficaz de longo prazo e uma gestão de risco responsável, que exige um pensamento sistêmico. A União Europeia orienta-se para o esgotamento dos combustíveis fósseis, o uso eficiente de energia e outros recursos e a proteção do capital natural e dos serviços ambientais, como forma de estimular a criação de locais de trabalho inovadores e melhorar a qualidade de vida. As técnicas utilizadas na construção modular permitem que haja menos poluição ao ambiente no canteiro de obras, um menor desperdício de materiais e a utilização deles com tecnologias mais pró-ambientais, indo de encontro com a mentalidade política europeia (NCBR, 2021)

O desenvolvimento de tecnologias modulares/pré-fabricadas e tecnologias neutras para o clima reduzirão os custos operacionais e permitirão que os edifícios sejam comissionados mais rapidamente. Os potenciais compradores poderão ainda receber moradias chave-na-mão com todas as instalações e equipamentos. Vale destacar também os encargos otimizados a serem calculados considerando os custos operacionais para os próximos 30 anos (NCBR, 2021)

### **6.2.3 Suécia**

A Suécia é o país líder, ano de 2023, no quesito proporções de edificações fabricadas utilizando técnicas de pré-fabricação e módulos. O país tem uma longa história de construção em madeira, já que 70% de sua área é floresta. Isso criou um mercado de construção de casas adequado para fabricação externa, porque a madeira se presta bem a muitos dos processos usados na pré-fabricação. Cerca de oito em cada dez casas na Suécia são construídas usando métodos modernos, de acordo com um estudo da Universidade da Califórnia, em Berkeley. O estudo também revelou que pelo menos 30% dos novos edifícios residenciais multirresidenciais no país usam um grau significativo de pré-fabricação, o que significa que pelo menos 45% das habitações em geral são produzidas usando alguma forma de fabricação externa (MARSHALL, 2020)

Um dos motivos é o clima rigoroso da Suécia. O tempo relativamente curto em que o solo fica macio o suficiente para construir na Suécia requer o uso de técnicas externas para encurtar o processo de instalação no local. Também houve um esforço do governo sueco para melhorar a sustentabilidade na indústria da construção, diz Jonasson. O estado pressionou muito para reduzir o impacto ambiental da construção. Em certas áreas, como a cidade de Växjö, no sul do país, novos edifícios devem ser construídos por lei usando madeira em

ambientes *offsite*. Os métodos externos também diminuem a quantidade de resíduos produzidos no processo de construção. O governo alocou áreas em cidades de todo o país onde qualquer nova estrutura deve ser fabricada em madeira, um dos principais materiais da construção modular, para promover práticas de construção sustentáveis (MARSHALL, 2020)

## 6.3 JAPÃO

### 6.3.1 Panorama

Enquanto a Suécia entrega a maior proporção de residências entregues usando métodos de construção modular, o Japão produz o maior número de novas residências modulares. A cada ano, até 180.000 novas casas modulares são fabricadas no Japão, o equivalente a 15-20 por cento de todas as novas habitações. A altamente inovadora indústria japonesa de casas pré-fabricadas desenvolveu uma abordagem orientada para o usuário, integrando técnicas especialmente desenvolvidas de marketing, design e orientadas para a qualidade em seus processos de produção. A personalização é fornecida por meio de gerenciamento holístico e equilíbrio do uso de componentes padrão com flexibilidade de montagem (FRIEDMAN, 2021)

A demanda urgente por moradias nas décadas de 1960 e 1970 também ofereceu uma oportunidade, pois a construção de casas convencionais não conseguiu saturar o mercado imobiliário devido à escassez de materiais e mão de obra. Como resultado, as casas pré-fabricadas forneceram uma alternativa acessível, acelerando drasticamente sua aceitação mais ampla (FRIEDMAN, 2021)

### 6.3.2 Fatores preponderantes

A indústria de casas pré-fabricadas do Japão é líder mundial em inovação, com processos de produção eficientes, estratégias de marketing direcionadas e alcance do consumidor, além de projetos de alta qualidade que oferecem variabilidade e flexibilidade a preços acessíveis. Ao contrário da percepção ocidental comum sobre a pré-fabricação, no Japão as casas fabricadas em fábricas são vistas como superiores às construídas convencionalmente. A indústria alcançou sua reputação por meio de uma atenção ao controle de qualidade, com o auxílio de tecnologia avançada de informática. Os fabricantes se orgulham de saber que, uma vez que suas casas saem do ambiente altamente racionalizado da linha de montagem, poucos consumidores conseguem distinguir uma casa feita de fábrica de

uma tradicional. A educação pública por meio de centros de informação desempenha um papel fundamental na divulgação dessas casas, oferecendo informações técnicas sobre materiais, métodos de construção e comodidades (FRIEDMAN, 2021)

Uma das principais características das casas pré-fabricadas japonesas é o amplo sistema de customização em massa, com alto nível de participação do consumidor em todo o processo. Um método de produção modular é usado, com os fabricantes focando em um design personalizado para cada unidade, enquanto produzem em massa uma variedade de componentes de carcaça para os clientes escolherem. Este sistema é fundamental para satisfazer a gama de demandas da demografia diversificada de compradores de imóveis e para controlar os custos por meio da produção em massa e da economia de escala. Dessa forma a demanda era absorvida e satisfeita com o resultado personalizado que obtinham (FRIEDMAN, 2021)

#### 6.4 CONSTATAÇÕES

Neste subcapítulo, serão comentadas as observações feitas a partir dos panoramas apresentados da construção modular dos principais países ao redor do mundo no setor. Embora os motivos que a utilização desta técnica fosse diferente, tudo pode se resumir à intervenção do governo para que esse método pudesse ser viável em seus respectivos territórios.

É de extrema importância que o governo seja uma força ativa para que a construção modular possa ter uma grande relevância em seu país, uma vez que se trata de uma técnica construtiva considerada inovadora e, no setor de construção civil, onde a construção convencional é utilizada por uma grande extensão de tempo ao longo de suas histórias, dando pouca margem para que técnicas construtivas alternativas pudessem ter espaço.

Pode ser observado que, na China, os incentivos governamentais tiveram uma grande importância na fomentação das construções modulares. Tais incentivos, como planos de crescimento e políticas de promoção fizeram com que o país conseguisse colocar metas ambiciosas como porcentagem de participação de 15% em 2018 e 30% em 2025 da construção modular por área construída no território chinês. Com tais medidas de estimulação ao setor modular, as empresas puderam ter muito mais confiança e ganhos financeiros para que essa técnica viesse a ter um crescimento considerável, conforme apresentado na figura 6.1. A China sofre de um alto crescimento habitacional e com certeza a construção modular

consegue ajudar a combater esse problema nacional, visto que é uma técnica que permite um menor cronograma de construção.

Na Europa, também pôde-se observar uma grande participação de medidas governamentais que estimularam o uso da construção modular para a criação de novas moradias europeias. Entretanto, diferente da China onde o principal motivo do uso de pré-fabricastes em construções civis viesse do problema de alto crescimento habitacional, no continente europeu um dos principais motivos da utilização desta técnica alternativa se da pelo fato da União Europeia ter uma grande preocupação da proteção do capital natural e dos serviços ambientais. Sendo uma técnica onde permite que tenha um menor desperdício de materiais descartados e também ao executar a fabricação dos módulos não afete o meio ambiente da forma que é feito nos canteiros de obras nas técnicas convencionais, a construção modular é uma grande alternativa de utilização para as preocupações europeias.

Ao se tratar da Suécia, foi observado que o país buscou na alternativa da construção modular a solução de seus problemas impostos pelo cenário onde seu território se localiza e além disso, tirou proveito de um dos seus recursos abundantes que o país obtém. A Suécia não tinha o problema de um crescimento habitacional abundante onde necessitava de técnicas construtivas mais ágeis, como a China, ou então o fator de preocupação ambiental, embora seja um país europeu, tampouco foi um fator preponderante. Entretanto, pelo fato do país sofrer com um clima muito inadequado para a construção, tomando isso, uma boa parte de seu calendário anual, ela achou na construção modular a alternativa construtiva perfeita, uma vez que ela permite que em um curto menor de tempo, fossem construídas uma maior quantidade de edificações.

O último país analisado nessa literatura, Japão, conhecido mundialmente pelo seu estilo de vida com a participação abundante de tecnologias inovadoras, também não foi diferente na indústria de casas pré-fabricadas. Com um cenário assim, onde a população está acostumada com inovações, os indivíduos já são pré-dispostos ao aceitar mudanças. Com estratégias de marketing e projetos de alta qualidade onde permitia uma alta personalização dos produtos, não houve grande resistência dessa nova técnica no mercado japonês. Ou seja, a pré-percepção da população frente à construção modular não foi uma barreira que dificultasse o espalhamento da construção modular no Japão, que por outro lado, em muitos países é vista como uma técnica de fabricação da qual produz edificações “frágeis”.

## 7 ANÁLISE DOS ENTRAVES E PONTOS DE MELHORIA

Neste capítulo, será feita uma análise do conteúdo presente na literatura sobre construção modular no Brasil. O objetivo é apresentar pontos importantes que precisam ser desenvolvidos no setor da construção modular no país, levando em conta seu contexto atual e os entraves que são enfrentados. Também será levado em conta nesta investigação os casos de sucesso da construção modular dos países que foram abordados, para entender como a realidade estrangeira pode ser encaixada ou adaptada à realidade brasileira.

### 7.1 DESAFIOS DO BRASIL NA CONSTRUÇÃO MODULAR

Dentre os inúmeros entraves que o Brasil possui para que a construção modular possa ser desenvolvida de forma sólida, alguns deles possuem maior relevância e criticidade.

Uma das principais barreiras para o crescimento da indústria da construção modular no Brasil é a própria administração pública. Conforme mencionado no capítulo anterior, em países onde a técnica de construção modular com pré-fabricação foi bem-sucedida, houve uma participação significativa e essencial do Estado. Mesmo no Brasil, onde há um déficit habitacional elevado e previsões pessimistas a respeito do assunto, não há um plano governamental voltado para enfrentar esse grande problema que assombra o país há tempos e que continua a gerar preocupações em relação ao futuro. É importante salientar que com um déficit habitacional em 2019 por volta de 8 milhões de moradias e com previsão de aumento em quase 50% em 2030, fica claro que se as ideias de o governo não promoverem esse movimento, o problema infelizmente não se solucionará. É essencial que para mudanças desse tipo, onde a construção civil de forma convencional, tão enraizada nos costumes, crença e mercado brasileiro, esse movimento precisa surgir das grandes autoridades do Brasil.

Por consequência de um governo ausente para o incentivo da construção modular, a falta de regulamentação, a alta tributação dos materiais pré-fabricados e a dificuldade em financiamento para a construção modular fazem com que o mercado não veja muitos benefícios em entrar nesse setor. A falta de normas específicas gera uma série de efeitos negativos, pois desta forma é provocada variações na qualidade dos projetos que trazem incertezas no cronograma e custos de obra. Além disso, outras incertezas como a aprovação de projetos são produzidas pela inexistência de diretrizes.

Já se tratando da taxa elevada dos materiais da construção modular, este problema enfrentado no Brasil é também um grande obstáculo para o desenvolvimento dessa indústria.

Como esse setor é relativamente novo no Brasil, esse tema não possui um mesmo nível de influência política e econômica que a do setor de construção convencional. Conforme apresentado a construção modular requer um montante de investimento inicial muito superior, e para tornar essa técnica viável, as autoridades precisam reformar a estrutura de financiamento para o uso de módulos em construção. Os formuladores de políticas e legisladores não estão cientes das oportunidades e desafios específicos enfrentados pela indústria da construção modular, fazendo com que a velha técnica tradicional de obra ainda possua vantagens de tributação frente à técnica inovadora modular. Com um cenário como esse, as empresas que sobrevivem contra a ausência de normas e a carga tributária elevada, precisam possuir uma grande convicção e determinação de que esse mercado visionário será a solução para os problemas encontrados no território brasileiro.

Um obstáculo de grande importância, embora difícil de ser superado exclusivamente por meio de medidas isoladas, é o preconceito que os brasileiros têm em relação às edificações ou casas construídas com materiais modulares. Trata-se de uma questão intrínseca e arraigada no subconsciente do cidadão, que é transmitida de geração em geração ou no ambiente em que vivem. Essa mentalidade enviesada, na qual as casas ou edificações modulares são consideradas construções frágeis, ineficientes em termos de proteção contra o calor e o som, e de durabilidade reduzida, é decorrente, em grande parte, da maneira como e de onde os brasileiros obtêm informações a respeito do assunto. Frequentemente, esse senso comum absorvido, tem como principal influenciador o próprio governo, que estabelece diretrizes sobre o que deve ser fomentado e incentivado. No Brasil, a construção convencional ainda é mais favorecida em termos de regulamentação e tributação, o que explica por que essa técnica é amplamente mais comum no território brasileiro. A concepção de construções feitas com concreto e aço, carregada por sua longa história, é defendida pelos indivíduos como uma técnica segura e confiável.

## 7.2 PONTOS FOCALIS PARA MELHORIA DO CENÁRIO MODULAR NO BRASIL

Durante a análise dos obstáculos enfrentados no Brasil e dos fatores de sucesso da construção modular em outras nações, constatou-se que a participação governamental, ou a ausência dela, é o principal fator limitante para a efetividade desta técnica em solo brasileiro. Em razão da ineficácia do papel governamental neste setor, vários outros obstáculos emergem, dificultando ainda mais o desenvolvimento da técnica.

### **7.2.1 Regulamentação da construção modular**

Uma primeira medida seria uma melhor regulamentação da construção modular. Com a criação de normas técnicas e padrões de qualidade específicos para a construção industrial em módulos, o governo garantiria a segurança e a durabilidade das construções, além de facilitar a fiscalização e a certificação dos materiais e das técnicas empregadas na construção. Essa medida seria essencial para estabelecer um padrão de qualidade e de segurança para a construção modular no Brasil, o que poderia contribuir para aumentar a confiança dos investidores e dos consumidores na técnica. A regulamentação da construção modular também poderia facilitar a sua adoção em projetos públicos, como a construção de escolas e postos de saúde, por exemplo. Com normas técnicas e padrões de qualidade definidos, seria mais fácil para o governo estabelecer requisitos e critérios para a adoção da técnica em projetos públicos, o que poderia estimular o uso da construção modular em iniciativas do setor público.

Regulamentando a construção modular, o financiamento para a tal se torna facilitado. Isso ocorre porque os financiadores de desenvolvimento e os provedores de hipotecas necessitam dessas certificações para conceder empréstimos, de forma a reduzir os riscos envolvidos. Ademais, à medida que a construção modular for adotada em larga escala e os riscos de insolvência forem reduzidos, o financiamento se tornará ainda mais acessível e fácil de ser obtido. Isso se dá porque os financiadores consideram a escala da construção como um fator determinante para o sucesso e rentabilidade do empreendimento.

Portanto, a implementação de normas técnicas específicas na construção modular é essencial não só para garantir a segurança e qualidade das construções, mas também para facilitar o acesso a financiamentos e impulsionar o crescimento desse mercado no Brasil.

### **7.2.2 Incentivos fiscais**

Os incentivos fiscais podem ser uma estratégia importante para impulsionar a adoção da construção modular no Brasil. A redução de impostos e a possibilidade de dedução de despesas com essa técnica no Imposto de Renda podem reduzir os custos para as empresas que optam por essa forma de construção, tornando-a mais atraente em termos financeiros.

Ademais, a implementação de incentivos fiscais pode gerar um efeito multiplicador, uma vez que as empresas que adotam a construção modular podem, por sua vez, criar empregos e gerar negócios em outras áreas, contribuindo para a geração de renda e desenvolvimento econômico em geral.

É importante ressaltar que a criação de incentivos fiscais deve ser bem planejada e estruturada para garantir sua efetividade. As políticas devem ser pensadas para atender às necessidades específicas das empresas e projetos de construção modular, a fim de incentivar a adoção dessa técnica em larga escala.

### **7.2.1 Reestrutura do sistema financeiro**

Os empreendedores do ramo da construção modular necessitam de um grande capital no início de seu projeto para que ele se torne viável e rentável. É necessário que a estrutura de financiamento seja alterada, em específico para os projetos de construção modular que levem em consideração as particularidades desse modelo de construção e as necessidades dos fabricantes de módulos.

A redução das exigências de pagamento antecipado por parte dos bancos e financiadores, permitindo que os fabricantes de módulos tenham acesso a capital de giro para aquisição de materiais e pagamento de mão de obra durante a fase de fabricação. Com o cenário atual, em 2023, as instituições financeiras possuem insegurança para prover esse grande montante no início do projeto.

Outro ponto que poderia ser fermentado seriam o desenvolvimento de parcerias entre fabricantes de módulos e instituições financeiras, visando a criação de soluções de financiamento mais flexíveis e adaptadas às necessidades dos fabricantes.

### **7.2.2 Divulgação da construção modular**

A divulgação da técnica da construção modular é crucial para a sua adoção em larga escala no Brasil. Campanhas de comunicação bem estruturadas poderiam informar à população e aos profissionais do setor de construção sobre as vantagens da técnica, como a redução do tempo de construção, o menor desperdício de materiais e a possibilidade de personalização dos projetos.

Além disso, as campanhas de divulgação poderiam abordar questões ambientais, já que a construção modular é uma técnica que permite uma construção mais sustentável e com menor impacto ambiental. A divulgação dessas informações pode aumentar a demanda por essa técnica e incentivar as empresas a adotá-la em seus projetos.

O governo poderia investir em campanhas em diversas plataformas, como televisão, rádio, internet, mídias sociais e eventos de construção, para alcançar o maior número de pessoas possível e ajudar a difundir as informações.

## 8 CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi fornecer um material informativo e de referência para aqueles que desejam obter conhecimento mais aprofundado acerca da construção modular no contexto brasileiro, incluindo os desafios que essa técnica construtiva enfrenta em território nacional. Compreendendo a relevância da construção modular e os entraves que dificultam a sua expansão no país, espera-se que indivíduos sejam motivados a adotar medidas necessárias para superar esses obstáculos. Com o propósito de atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica detalhada, a qual apresentou o cenário atual da construção *offsite*, bem como os procedimentos específicos dessa técnica. Além disso, foram identificados e abordados os principais entraves que dificultam a adoção da construção modular no Brasil, apresentando pontos de melhoria que podem ser implementados para superar esses desafios.

Foi constatado que o Brasil apresenta um potencial limitado de desenvolvimento no setor de construção modular. Tal conclusão se deve ao fato de que a construção *offsite* pode se tornar uma alternativa economicamente viável e atrativa em termos de custos em países que possuem tanto alta demanda por moradias quanto mão de obra qualificada e custos elevados no setor de construção. Embora o Brasil possua uma demanda significativa por moradias, caracterizada por um déficit habitacional preocupante, o custo de mão de obra no setor da construção civil é relativamente baixo.

Considerando a conjuntura atual do Brasil, foram examinados os principais obstáculos que impedem o crescimento do setor de construção modular no país. Dentre esses, destacam-se a falta de regulamentação, desvantagens fiscais, dificuldade em obter financiamento e principalmente, a ausência de incentivos governamentais no setor, que acaba gerando tais entraves. Essa constatação é corroborada pela análise do setor de construção modular em países estrangeiros, onde se observou a presença essencial do governo para o desenvolvimento desse setor.

Após a apresentação dos obstáculos enfrentados pelo Brasil, foram propostas soluções para mitigar esses entraves e impulsionar o desenvolvimento da construção modular. Como ponto central, constatou-se que a maior estrutura a ser modificada é a falta de incentivo governamental, que precisa ser superada para permitir a regulamentação da construção modular, aumentando a confiança das empreiteiras e financiadores. As autoridades governamentais também precisariam estudar meios de incentivar o setor por meio de benefícios fiscais, além de reestruturar o sistema financeiro para a construção modular para

torná-la mais economicamente atraente tanto para os empreendedores, funcionários e financiadores.

Em abril de 2022 o Brasil já deu o pontapé inicial para começar as mudanças e fomentar a construção modular em seu território, indo de encontro com as soluções propostas explicitadas nesse trabalho. A fim de aprimorar o ambiente de negócios do setor da Construção Civil, eliminando barreiras existentes e estimulando as empresas a adotarem práticas modernas, o Governo Federal, por intermédio da Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade do Ministério da Economia (Sepec/ME), foi apresentado o Projeto Construa Brasil. O Projeto Construa Brasil é composto por nove objetivos e 31 subobjetivos, dos quais oito já estão em andamento, organizados em três pilares: Desburocratização, Digitalização e Industrialização da Construção Civil. Dentre as iniciativas desenvolvidas, destacam-se os Guias Orientativos de Boas Práticas para Código de Obras e Edificações e para Obtenção de Alvarás de Construção, além de cursos online de capacitação em BIM no Brasil. (2022, Ministério da Economia)

Com base nas análises realizadas neste trabalho, é possível concluir que, apesar dos desafios enfrentados pelo setor de construção modular no Brasil, existem soluções viáveis para superar essas barreiras e tornar essa importante técnica construtiva mais difundida no país. Com o apoio do governo por meio do projeto Construa Brasil, espera-se que haja um ambiente mais favorável para o desenvolvimento da construção modular, com a eliminação de burocracias e a implementação de práticas modernas. No entanto, é importante ressaltar que o sucesso da construção modular depende da cooperação de todas as partes interessadas, incluindo empreiteiras, financiadores, órgãos reguladores e profissionais da área. Portanto, é necessário um esforço conjunto para tornar a construção modular uma opção atraente para o mercado brasileiro, oferecendo melhor organização, produtividade, prazos e custos de obras mais eficientes.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS AIA, 2022, *Design for modular construction: an introduction for architects*. Estados Unidos da América.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS ABRAINC, 2021, *ABRAINC explica: a importância da construção civil para impulsionar a economia brasileira*. Disponível em: < <https://www.abrainc.org.br/abrainc-explica/2021/06/28/abrainc-explica-a-importancia-da-construcao-civil-para-impulsionar-a-economia-brasileira/#:~:text=7%25%20do%20PIB%20Nacional%20%C3%A9,nacional%20s%C3%A3o%20movimentadas%20pelo%20setor>> . Acesso em: 28 jul. 2022.

ABRAINC, 2022, *PIB da Construção Civil cresce 9,7% em 2021*. Disponível em: < <https://www.abrainc.org.br/construcao-civil/2022/03/04/pib-da-construcao-civil-cresce-97-em-2021/#:~:text=Os%20resultados%20apontam%20que%20o,%2C6%25%20no%20ano%20passado.>> . Acesso em: 30 jul. 2022.

BERTRAM, N., *et al.* 2019, *Modular construction: from projects to products*. Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/modular-construction-from-projects-to-products>> . Acesso em 28 jul. 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CBIC, 2022, *Pib da construção fecha o ano com crescimento de 9,7%, a maior alta em 11 anos*. Disponível em: < [https://cbic.org.br/en\\_US/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos/#:~:text=De%202014%20a%202021%20a,de%2026%25%20em%20seu%20PIB.>](https://cbic.org.br/en_US/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos/#:~:text=De%202014%20a%202021%20a,de%2026%25%20em%20seu%20PIB.>) . Acesso em 28 jul. 2022.

Vivian, A. L, & Paliari, J. C. (2021) *Assembly line for the production of light gauge steel frame modular housing. Gestão & Produção*. Universidade Federal de Itajubá e Universidade Federal de São Carlos

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS FGV, 2013, *Tributação, Industrialização e Inovação Tecnológica na Construção Civil*. Relatório técnico

GASK, M., 2022, *A Brief History on Modular Architecture*. Disponível em: < <https://www.gkvarchitects.com/news/a-brief-history-on-modular-architecture>> . Acesso em 30 jul. 2022.

IDEALISTA NEWS, 2020, *Tudo sobre casas modulares: pros e contras deste tipo de habitação*. Disponível em: < <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2020/03/04/42619-tudo-sobre-casas-modulares-pros-e-contras-deste-tipo-de-habitacao>> . Acesso em 30 jul. 2022.

DE MARTIN, R., 2021, *Déficit habitacional e a força da construção civil para alavancar a economia*. Disponível em: < <https://www.agazeta.com.br/artigos/deficit-habitacional-e-a-forca-da-construcao-civil-para-alavancar-a-economia-0921>> . Acesso em 30 jul. 2022

OPUS CONSTRUÇÕES MODULARES, 2021, *Quais são os tipos de construção modular? Descubra agora!*. Disponível em: < <https://opuscm.com.br/blog/tipos-de-construcao-modular/>>. Acesso em 30 jul. 2022.

SOUZA, C., 2022, *Estudo de sistemas modulares aplicados a edificações habitacionais para população de baixa renda*, Projeto de Graduação, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

KOKUBUN, Y. 2014, *Além da complexidade do módulo, a forma de elevação também será adequada à sua magnitude e dimensão*. Projeto para obtenção de título de Mestre, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

MICHAEL, Dolphin, 2022, *Dimensions of design for prefabrication: 2D, 3D, Hybrid & Unitised whole buildings*. Disponível em: <<https://builtoffline.com.au/emag/issue-02/dimensions-design-2d-3d-hybrid-components/>>. Acesso em: 18 dez. 2022.

HENRY, C, 2022, *Benefits of Modular Construction*. Disponível em: <<https://henry.com/residential-and-light-commercial/residential-and-light-commercial-blog/benefits-of-modular-construction>>. Acesso em: 20 dez. 2022

BOAFO, *et al*, 2016, *Performance of Modular Prefabricated Architecture: Case Study-Based Review and Future Pathways*, Coreia do Sul.

BAÚ, G. & HAITO, R. 2022, *Mapping activities and inputs of modular construction with steel 3d modules in brazil*. Brasil

VISIA, 2020. *As 4 Etapas da Construção Modular*. Disponível em: <https://www.visia.eng.br/as-4-etapas-da-construcao-modular>>. Acesso em: 17 jan. 2023

SALAMA, *et al*. 2017. *Configuration of Hybrid Modular Construction for Residential Buildings*. Egito.

SMART, Belinda. 2020. *Welcome to build offsite!* Disponível em: <<https://builtoffline.com.au/emag/issue-02/welcome-built-offsite-2/>>. Acesso em: 22 jan. 2023

MORRISON, R., 2021. *What building materials are used in modular construction?* Disponível em: <<https://www.iccsafe.org/building-safety-journal/bsj-technical/what-building-materials-are-used-in-modular-construction/#:~:text=There%20are%20three%20primary%20materials,steel%2C%20and%20concrete%20or%20cement.>>. Acesso em 23. Jan. 2023

LAWSON, R. M., *et al*, 2005. *Developments in pre-fabricated systems in light steel and modular construction*. Reino Unido.

CEOTTO, Luiz, 2022. *Entrevista com Luiz Henrique Ceotto, da Urbic Empreendimentos*. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=sw-xs7eVtLo&t=815s>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

DECHEN, Kelvin. 2020. *A Construção Modular vai dar certo no Brasil?* Disponível em: <<https://www.terracotta.ventures/blog/a-construcao-modular-vai-dar-certo-no-brasil>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

FERRAZ, Fabricio. 2017. *Financiamento de casas que fogem da alvenaria convencional.* Disponível em: <<https://casa.abril.com.br/construcao/financiamento-de-casas-que-fogem-da-alvenaria-convencional/>>. Acesso em: 03 fev. 2023.

MAPA DA OBRA. 2013. *NBR 15873: ENTENDA A NORMA DA CONSTRUÇÃO MODULAR.* Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/nbr-15873-entenda-a-norma-da-construcao-modular/>>. Acesso em: 03 fev. 2023

BERMUDES, et al. 2023. *Brasil é o 7º país mais desigual do mundo, melhor apenas do que africanos.* Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2019/12/09/brasil-e-o-7-mais-desigual-do-mundo-melhor-apenas-do-que-africanos.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2023

Santos, R. S. & Sebba, P., 2020. *Principais vantagens do uso de construção modular de concreto armado, para habitações populares.* Projeto de Graduação. Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.s

MAIA, et al. 2021. *Educação brasileira está em último lugar em ranking de competitividade.* Disponível em: <[>](https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/educacao-brasileira-esta-em-ultimo-lugar-em-ranking-de-competitividade/#:~:text=Segundo%20a%20pesquisa%2C%20quando%20avaliado,%24%2010%2C6%20aproximadamente))>. Acesso em: 06 fev. 2023

NAKAMURA, Juliana. 2023. *Qual o valor do metro quadrado da construção civil em 2023?* Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/noticias/veja-o-valor-do-metro-quadrado-na-construcao-civil-neste-mes/18498>>. Acesso em: 08 fev. 2023.

KENNETH. 2022. *China Prefabricated Construction Market to Grow on the Back of Increasing Urbanization in the Nation and Growing Focus of the Government on Developing Green Buildings; Market to Generate a Revenue of USD 43953.68 Million by 2025 by Growing.* Disponível em: <<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/02/08/2380603/0/en/China-Prefabricated-Construction-Market-to-Grow-on-the-Back-of-Increasing-Urbanization-in-the-Nation-and-Growing-Focus-of-the-Government-on-Developing-Green-Buildings-Market-to-Gen.html>>. Acesso em: 09 fev. 2023.

SHENG, Wen. 2023. *Support policies boosting recovery in China's vital property sector.* Disponível em: <<https://www.globaltimes.cn/page/202302/1285369.shtml>>. Acesso em 26 fev. 2023.

HUANG, et al. 2022. *A Study on the Incentive Policy of China's Prefabricated Residential Buildings Based on Evolutionary Game Theory.* China.

MORDOR INTELLIGENCE. 2023. *Europe modular construction market – growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2023 - 2028).* Reino Unido.

NCBR Editors. 2022. *Ecological modular construction as a hope for a green future*. Disponível em: <<https://raport.togetair.eu/air/smog-and-emissions-from-the-municipal-sector/ecological-modular-construction-as-a-hope-for-a-green-future>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MARSHALL, Jordan. 2020. *Should the UK look to Sweden to solve its housing crisis?* Disponível em: <<https://www.building.co.uk/focus/should-the-uk-look-to-sweden-to-solve-its-housing-crisis/5097380.article>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

FRIEDMAN, Avi. 2021. *Here's What We Can Learn From Japanese Prefab Homes*. Disponível em: <<https://www.dwell.com/article/japanese-prefab-homes-e1f1b65c>>. Acesso em: 21. mar. 2023.

Ministério da Economia. 2022. *Governo Federal lança “Construa Brasil” para desburocratizar o setor de construção*. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2022/04/governo-federal-lanca-201cconstrua-brasil201d-para-desburocratizar-o-setor-de-construcao>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

SMITH, Ryan. 2016. *Off-Site And Modular Construction Explained*. Disponível em: <<https://www.wbdg.org/resources/site-and-modular-construction-explained>>. Acesso em: 26 abr. 2023

OGGI, Francisco. 2023. *O que é construção modular?*. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/o-que-e-construcao-modular/24346>>. Acesso em: 26 abr. 2023.

FLEISHER, Gary. 2023. *Build-to-Rent Housing: The Future of Residential Real Estate*. Disponível em <<https://www.modularhomes.com/build-to-rent-housing-the-future-of-residential-real-estate/>>. Acesso em: 29 abr. 2023

SALAMA, T. et al. 2020. *Financial Modeling for Modular and Offsite Construction. International Journal of Engineering and Advanced Technology*

CAMERON & CARLO, 2007. *PIECING TOGETHER MODULAR: UNDERSTANDING THE BENEFITS AND LIMITATIONS OF MODULAR CONSTRUCTION METHODS FOR MULTIFAMILY DEVELOPMENT*. Massachusetts Institute of Technology