



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
ENGENHARIA CIVIL

Paulo Henrique Fernandes

**ANÁLISE DE CENÁRIO E PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO DAS STARTUPS
DE CONSTRUÇÕES MODULARES NO BRASIL**

FLORIANÓPOLIS
2022

Paulo Henrique Fernandes

**Análise de Cenário e Perspectivas de Crescimento das Startups de
Construções Modulares no Brasil**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Eduardo Lobo, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fernandes, Paulo Henrique

Análise de Cenário e Perspectivas de Crescimento das
Startups de Construções Modulares no Brasil / Paulo
Henrique Fernandes ; orientador, Eduardo Lobo, 2022.
141 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Construção Civil. 3. Startups.
4. Construtechs. 5. Construções Modulares. I. Lobo,
Eduardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Paulo Henrique Fernandes

**Análise de Cenário e Perspectivas de Crescimento das Startups de
Construções Modulares no Brasil**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo curso de
Engenharia Civil.

Florianópolis, 22 de julho de 2022

Prof.^a Liane Ramos da Silva, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente

EDUARDO LOBO

Data: 04/08/2022 00:56:50-0300

CPF: 597.029.580-91

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Eduardo Lobo, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, PhD.

Avaliadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Julia Fulco

Avaliadora

Terracotta Ventures

Vinicius Scaramel

Avaliador

Gerdau

À minha família, sem o apoio e perseverança
de vocês eu não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

É impossível não começar agradecendo à minha família, pai, mãe e irmão, pois muitas vezes eu não estava sozinho na jornada. Cada um me apoiou da sua forma e me proporcionou a oportunidade de chegar aonde cheguei. Me educaram, me guiaram e batalharam para que eu pudesse ter as melhores oportunidades. A conquista jamais será só minha, mas nossa. Agradeço ao meu avô, meus primos, tios, vocês foram uma rede de incentivo para mim. Vó Salgina, Vó Dorvalina e Vô Valdemar, eu sempre terei orgulho de ser neto e sempre os terei em minha memória.

Agradeço à UFSC, pela oportunidade de habitar um ambiente de excelência e compromisso com a educação e transformação da sociedade. Tenho orgulho de ter frequentado por mais de 5 anos e terei sempre boas lembranças quando voltar.

Logo que cheguei na faculdade, conheci um grupo que me pareceu muito engajado, e mais tarde descobri que poderia ser minha casa. Ao EPEC, eu agradeço imensamente todos os momentos inesquecíveis que tive, às capacitações, pelos projetos realizados, pela oportunidade de ser o Presidente da empresa por um ano, e por olhar para trás e ver a evolução que tive ao permanecer por mais de 2 anos como membro. Torço muito pelos que estão hoje, e jamais esquecerei de todas as amizades que fiz: Bruninha, Julio, Tati, Luiza, Jaci, Lucas Simon, Pedro, Igor, PH, Caziraghi, Ingrid e tantos outros que tive o prazer de conhecer. Vocês me influenciaram a ser uma pessoa e profissional melhor. Torço por todos vocês.

Agradeço à FEJESC, por me fazer descobrir que posso impactar não somente o Estado de Santa Catarina, mas todo o Brasil, por meio do empreendedorismo. Ao MEJ, agradeço por me permitir viver essa experiência avassaladora por mais de 4 anos. Agradeço por ter me dado a oportunidade de liderar o Conselho da FEJESC, e por ter trabalhado com o grupo de pessoas mais autêntico, corajoso e forte que já trabalhei: Rogedo, Babi, Galvan, Miguel e Abcesa, seremos para sempre a Direx da Gaiola.

Agradeço, ainda, pela oportunidade de representar Santa Catarina no Conselho da Brasil Junior e fazer amigos que levo até hoje. Esaú, Ana, Isa Grisi e Isa Ganassin, Gustavo, Guilherme. Onde estiverem, torcerei sempre por vocês.

À minha amiga Lury, que ao longo dos anos adquiri uma amizade forte e uma confiança que hoje é recíproca. À minha amiga Helo, que atuou comigo em um dos

maiores desafios que enfrentei. Sua força e constância me fizeram te admirar e agradeço a amizade que temos hoje.

Aos meus amigos João Paulo, Bianca, Cris, Mari, Giu e André. Nossa amizade sempre se manterá forte independentemente de onde estivermos. Vocês foram fundamentais na minha trajetória e permaneceremos sempre juntos.

Agradeço à Trilho, por mostrar que sou capaz de criar um projeto de grande impacto e por atuar com grandes amigos e profissionais.

Agradeço à Terracotta Ventures, pela confiança e preocupação com o meu futuro profissional e por todas as contribuições nesta pesquisa. À minha equipe de trabalho do MITHUB, obrigado pela convivência diária e pelo crescimento em conjunto.

Ao meu professor orientador, Eduardo Lobo, agradeço pela disponibilidade, disposição e preocupação com esta entrega. Pelo seu profissionalismo, por toda ajuda e guia, e dedicação com os alunos do curso de Engenharia Civil. Aos demais componentes da banca, professora Cristine, Julia Fulco e Vinicius Scaramel, obrigado pela disponibilidade e pelo conhecimento em analisar a presente pesquisa.

"São nossas escolhas, mais do que as nossas capacidades,
que mostram quem realmente somos"

(Rowling, 2003)

RESUMO

A construção civil é um dos segmentos mais representativos da economia no Brasil, mas enfrenta desafios de produtividade, desperdício de materiais e déficit habitacional em diversas localidades do país. Técnicas construtivas recentes, no entanto, trazem perspectivas de avanços do setor e se colocam como mais uma alternativa para a utilização por empreendedores e empresas visando atingir melhores índices de construção. O conceito de construção modular, já disseminado em outros países e ainda em fases de implantação no Brasil, vem ganhando destaque nos últimos anos como uma alternativa a mitigar os desafios do setor. Nos últimos anos, empreendedores de diversos países criaram startups que utilizam desta técnica construtiva para agregar valor aos seus clientes, e vem recebendo aportes de fundos de investimento que apostam na industrialização como o futuro do setor. Assim, este trabalho tem como objetivo identificar e analisar as startups da construção civil que utilizam da técnica de construções modulares e estão localizadas no Brasil, de forma a entender a maturidade desse ecossistema e as projeções de crescimento para os próximos anos. A pesquisa foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica sobre os assuntos-chave deste tema, seguida da aplicação do método hipotético-dedutivo e validação de hipóteses a partir de uma coleta de campo e busca de dados das startups de construção modular brasileiras. Foram mapeadas 33 startups, cujos dados coletados foram analisados, de forma a encontrar padrões e correlações entre as informações, e compilados por meio de uma análise quantitativa e qualitativa. Pelas análises, foram encontradas informações que mostram que as startups analisadas estão nas fases iniciais de desenvolvimento do negócio e que seus empreendedores possuem pouca experiência empreendedora anterior. Foi constatado, também, que o custo de mão-de-obra e altos índices de déficit habitacional são pontos primordiais no desenvolvimento de um ecossistema de construção modular. Por fim, foi realizada a validação das hipóteses do método hipotético-dedutivo e apresentada a matriz SWOT das startups mapeadas, de forma a sistematizar o contexto interno e externo referente a esse ecossistema.

Palavras-chave: Método construtivo. Inovação. Construção modular.

ABSTRACT

Civil construction is one of the most representative segments of the Brazilian economy, although it faces challenges with productivity, waste of materials, and housing deficit in several locations of the country. Recent construction techniques, however, bring prospects for improvement to the sector and are seen as another alternative to be used by entrepreneurs and companies to achieve better construction rates. The concept of modular construction, already well spread in other countries and still being implemented in Brazil, has been gaining prominence in recent years as an alternative to mitigate the challenges of the sector. In the last years, entrepreneurs from several countries have created startups that use this construction technique to add value to their customers, and have been receiving investments from investment funds that bet on industrialization as the future of the sector. Thus, this work aims to identify and analyze the civil construction startups that use the modular construction technique and are located in Brazil, in order to understand the maturity of this ecosystem and the growth projections for the coming years. The research was conducted through bibliographic research on the key issues of this theme, the application of the hypothetical-deductive method and hypothesis validation from a field collection and data search of Brazilian modular construction startups. A total of 33 startups were mapped, and their collected data was analyzed in order to find patterns and correlations among the information, and compiled by means of a quantitative and qualitative analysis. From the analysis, it was found that the startups of the sample are in the early stages of business development and that their entrepreneurs have little previous entrepreneurial experience. It was also found that labor costs and high housing deficit rates are primary points in the development of a modular construction ecosystem. Finally, the hypothesis of the hypothetical-deductive method were validated and the SWOT matrix of the mapped startups was presented, in order to systematize the internal and external context of this ecosystem.

Keywords: Construction method. Innovation. Modular construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Histórico recente da indústria da construção civil dos anos 1960 a 2000	25
Figura 2 - Desempenho do PIB da construção civil de 2010 a 2019	26
Figura 3 - Desempenho da construção civil em comparação a outros setores	26
Figura 4 - Composição do setor da construção civil brasileira	27
Figura 5 - Construbusiness	28
Figura 6 - Processo produtivo e suas fases	29
Figura 7 - Possibilidade de interferência ao longo do avanço do empreendimento	30
Figura 8 - Organização da cadeia de suprimentos	33
Figura 9 - Gerenciamento logístico da cadeia de suprimentos	34
Figura 10 - Eficiência logística da construção civil no Brasil	37
Figura 11 - Focos do gerenciamento da cadeia de suprimentos da construção	39
Figura 12 - As 10 tendências de transformação digital na construção	41
Figura 13 - Horizontes de inovação	45
Figura 14 - Programa de inovação aberta da Andrade Gutierrez	46
Figura 15 - Plataforma de inovação da Cyrela Nextfloor	47
Figura 16 - Programa de inovação aberta Vedacit Labs	47
Figura 17 - Plataforma de inovação aberta Open Dexco	48
Figura 18 - Ciclo de feedback	52
Figura 19 - Estágio de investimento em uma startup	54
Figura 20 - Valores investidos em Construtechs de 2015 e 2020	56
Figura 21 - Investimentos de VC nos diversos setores	57
Figura 22 - Sistema industrial fechado	59
Figura 23 - Sistema industrial aberto	59
Figura 24 - Sistema 2D	63
Figura 25 - Sistema 3D	64
Figura 26 - Processo de montagem dos módulos	66
Figura 27 - Instalações dos módulos em obra	67
Figura 28 - Diferentes empreendimentos e soluções indicadas	68
Figura 29 - Edifício Ronan Point após colapso	69
Figura 30 - Edifício Clement Canopy	70
Figura 31 - Edifício Level	71

Figura 32 - Comparação de prazo de execução de um edifício de construção modular em relação a métodos tradicionais.....	73
Figura 33 - Fatores de viabilidade de construção modular no mercado.....	74
Figura 34 - Demanda de curto prazo frente a demanda por moradias vs oferta de mão-de-obra.....	77
Figura 35 - Dados de investimentos em startups de construção modular a nível mundial.....	78
Figura 36 - Posicionamento do Brasil comparado a outros mercados.....	79
Figura 37 - Fluxograma da pesquisa.....	85
Figura 38 - Ano de fundação das startups.....	87
Figura 39 - Estados-sede das startups.....	88
Figura 40 - Material utilizado pelas startups.....	90
Figura 41 - Experiência anterior dos fundadores.....	92
Figura 42 - Experiência profissional no setor.....	93
Figura 43 - Estágio de investimento das startups de construção modular.....	95
Figura 44 - Nichos de atuação das startups.....	97
Figura 45 - Lista de startups de construção modular que mais receberam investimentos.....	108
Figura 46 - Deals por segmento de 2018 a 2020.....	108
Figura 47 - Questionário de interesse para consultas de projeto - Plant Prefab.....	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Setores do macrocomplexo da construção civil	28
Quadro 2 - Classificação do objetivo de investimento por estágio de desenvolvimento	55
Quadro 3 - Tipos de pesquisa	80
Quadro 4 - Startups de construção modular mapeadas	86
Quadro 5 - Segmento residencial unifamiliar.....	98
Quadro 6 - Segmento residencial multifamiliar	100
Quadro 7 – Segmento Comercial	102
Quadro 8 - Segmento hospitalar e industrial	104
Quadro 9 - Segmento de pousadas e hotéis	105
Quadro 10 - Pontos positivos das startups.....	116
Quadro 11 - Pontos negativos das startups	117
Quadro 12 - Oportunidades presentes no ecossistema	117
Quadro 13 - Ameaças presentes no ecossistema.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABStartups	Associação Brasileira de Startups
AET	Autorização Especial de Trânsito
B2B	<i>Business-to-business</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
B2B2C	<i>Business-to-business-to-consumer</i>
B2C	<i>Business-to-consumer</i>
BNH	Banco Nacional de Habitação
CAGR	<i>Compound Annual Growth Rate</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CLT	<i>Cross Laminated Timber</i>
CPS	<i>Cyber-Physical Systems</i>
CVC	<i>Corporate Venture Capital</i>
DATec	Documento de Avaliação Técnica
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
EPS	<i>Expanded Polystyrene</i>
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
GLULAM	<i>Glued laminated timber</i>
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPI	Imposto Sobre Produtos Industrializados
IPO	<i>Initial Public Offering</i>
ISS	Imposto Sobre Serviços
ITA	Instituição Técnica Avaliadora
MVP	<i>Most Valuable Player</i>
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAC	Programa de Aceleração de Crescimento

PIB	Produto Interno Bruto
PMF	<i>Product Market Fit</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SAAS	<i>Software as a Service</i>
SFH	Sistema Financeiro de Habitação
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção
SIP	<i>Structural Insulated Panel</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats</i>
TI	Tecnologia da Informação
US\$	Dólar Estadunidense
VC	<i>Venture Capital</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	17
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Objetivo Geral	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3 HIPÓTESES DO MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO	20
1.4 JUSTIFICATIVA	20
1.4.1 Quanto à originalidade	20
1.4.2 Quanto à relevância	21
1.4.3 Quanto à viabilidade	21
1.5 ESTRUTURA, ESCOPO E LIMITAÇÕES DO TRABALHO	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	23
2.2 A DINÂMICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	27
2.1.1 Subsetores da construção civil	27
2.1.2 Processo construtivo na construção civil	29
2.1.3 Contexto da construção civil em indicadores	32
2.1.4 Cadeia de suprimentos da construção	33
<i>2.1.4.1 Cadeia de Suprimentos e Cadeia digital</i>	<i>33</i>
<i>2.1.4.2 Cadeia de Suprimentos da construção civil</i>	<i>36</i>
2.2 PANORAMA DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	39
2.2.1 Construção 4.0	39
2.2.2 Inovação aberta na construção civil	43
2.2.3 As startups com soluções voltadas para a construção civil	49
<i>2.2.3.1 Cenário Brasileiro de Startups e Construtechs</i>	<i>49</i>
<i>2.2.3.2 Investimentos em Construtechs</i>	<i>51</i>

2.4 HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO MODULAR OFFSITE	57
2.4.1 Industrialização e Racionalização na Construção	57
2.4.2 Coordenação Modular	60
2.4.3 Construção Offsite e Construção Modular	61
2.4.2 Definição de Construções Modulares	62
2.4.3 Fabricação, materiais utilizados e exemplos de aplicação	65
2.4.4 Vantagens em relação a outros métodos construtivos	71
<i>2.4.4.1 Sustentabilidade</i>	<i>71</i>
<i>2.4.4.2 Produtividade e custo da construção</i>	<i>72</i>
<i>2.4.4.3 Segurança do trabalho</i>	<i>73</i>
2.4.5 Desafios e oportunidades	74
2.4.5 Mercado de construções modulares brasileiro e mundial	76
3 METODOLOGIA	80
3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA	80
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	82
4 DIAGNÓSTICO	86
4.1 ANOS DE FUNDAÇÃO	87
4.2 LOCALIZAÇÃO DAS STARTUPS	88
4.3 MATERIAIS UTILIZADOS	90
4.4 FORMAÇÃO DOS FOUNDERS	92
4.5 ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO DAS STARTUPS	95
4.6 NICHOS DE ATUAÇÃO	97
4.6.1 Residencial Unifamiliar	98
4.6.2 Residencial Multifamiliar	100
4.6.3 Comercial	102
4.6.4 Hospitalar e industrial	104
4.6.5 Pousadas e hotéis	105

4.6.6 Outras soluções	106
4.7 ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO GLOBAL DE CONSTRUÇÃO MODULAR	107
5 ANÁLISES DAS HIPÓTESES SEGUNDO MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO E PROPOSIÇÃO DA MATRIZ SWOT	114
5.1.1 Hipótese 1 – A startup não precisa de uma fábrica própria para validar o seu Product Market Fit	114
5.1.2 Hipótese 2 – A viabilidade econômica de uma região atendida pelas startups varia de acordo com a magnitude do projeto	114
5.1.3 Hipótese 3 – As startups possuem founders com formação majoritária em Engenharia Civil e com pouca experiência prévia em empreendedorismo	115
5.1.4 Hipótese 4 – As startups de construção modular estão localizadas em regiões próximas a cidades com alto potencial construtivo	115
5.2 MATRIZ SWOT	116
5.2.1 Pontos Positivos	116
5.2.2 Pontos negativos	116
5.2.3 Oportunidades	117
5.2.4 Ameaças	118
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	118
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	122
6.3 SOBRE O AUTOR	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ENVIADO PARA AS EMPRESAS	138

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo EXAME (2021) a construção civil representa 7% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e liderou a geração de novos empregos em 12 estados do Brasil no ano de 2020 (CBIC, 2020), ao alcançar o marco de 58.464 novas vagas com carteira assinada. Mesmo com as estatísticas positivas acima, a construção civil ainda possui índices que demonstram improdutividade e desperdício de materiais, um comportamento que se percebe no Brasil e em outros países. De acordo com estudo de Mc Millan e Rodrik (2011), ao ser comparada a evolução da eficiência de diversos segmentos entre 1950 e 2012 nos Estados Unidos, o setor de manufatura cresceu 9 vezes em eficiência e o da construção civil até mesmo estagnou. Já Farmer (2016), mostrou que no Reino Unido, de 1994 a 2005 houve uma estagnação dos níveis de produtividade, enquanto o mercado de manufatura avançou 50%.

Os índices de desempenho da produtividade na construção podem influenciar no déficit de moradias. Isso é alertado em Barbosa et al. (2017), ao mostrar que sem mudanças claras na produtividade da construção, a necessidade global de infraestrutura e habitação será difícil de atender. Só no Brasil, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (2021), o déficit habitacional alcançou a marca no ano de 2019 de 5,877 milhões de moradias. Se a produtividade da construção alcançasse a economia total, o valor agregado do setor poderia aumentar em US\$ 1,6 trilhão por ano. Isso atenderia cerca de metade das necessidades anuais de infraestrutura do mundo ou aumentaria o PIB global em 2% (BARBOSA et al., 2017).

Para Farmer (2016), ocorrem falhas na dinâmica da construção civil que influenciam nos índices citados anteriormente. O autor destaca: desqualificação da mão-de-obra, baixa previsibilidade dos processos necessários na construção, intensa fragmentação de responsabilidades ao longo da cadeia da construção, o que prejudica a geração de valor e aumenta os custos, além de contextos econômicos que afetam diretamente o abastecimento de insumos e confiança no setor. Assim, é importante pensar em formas de minimizar as falhas acima citadas, visando a melhoria da produtividade no setor e diminuição do déficit habitacional.

Um dos métodos de construção que visa contribuir para esse contexto é o de construções modulares. Segundo estudo feito por Terracotta Ventures (2020) as construções modulares são um método utilizado para a fabricação de elementos da construção fora do canteiro, com cerca de 80% da construção realizada em ambiente fabril, e posteriormente são transportados e montados em locais definitivos. Por estarem em ambientes controlados, é possível diminuir prazos e custos de obra, melhorar o controle de qualidade e diminuir desperdício de materiais em relação a outros métodos construtivos tradicionais. Os índices de produtividade, segundo estudo lançado por Barbosa et al. (2017), tem potencial de melhoria na ordem de 5 a 10 vezes.

Devido à magnitude dos desafios de inovação na construção civil e da possibilidade de as construções modulares resolverem parcialmente essa questão, empreendedores no Brasil e no mundo procuraram conciliar o conceito de startups com a solução de construções modulares.

Segundo Blanck (2010) startups são organizações que buscam encontrar um modelo de negócios repetível e escalável, possuem uma gestão organizacional ágil e focada em testar rapidamente suas hipóteses de entrega de valor para seus clientes, até conseguirem tracionar e ganhar escala. Segundo Loreto (2021), startups que possuem soluções para a construção civil e mercado imobiliário são chamadas de Construtechs e Proptechs, respectivamente, e o número de startups dessas duas verticais cresceu nos últimos 5 anos no Brasil, ao alcançar um crescimento de 235% de 2017 a 2021, chegando à marca de 839 startups. No estudo em questão, das 839 soluções 26% eram Construtechs, sendo as startups com soluções de construções modulares fazendo parte desse grupo.

Com o crescimento comprovado do ecossistema de Construtechs e Proptechs nos últimos 5 anos, diversos veículos de investimento se aproximaram para dar apoio financeiro e técnico aos empreendedores, como Venture Capital, por exemplo. Segundo Terracotta Ventures (2020), essa modalidade de investimento apoia negócios com mercados grandes e com alto potencial de escalabilidade. Esse mesmo estudo mostrou que 77 startups de construções modulares de todo o mundo receberam aportes nos últimos anos, com 130 rodadas ao total e uma movimentação de mais de R\$2,29 bilhões. Das 20 startups que mais receberam investimento no mundo estão no Brasil: Brasil ao Cubo e Tecverde. Terracotta Ventures (2020) também mostrou o potencial de mercado de construções modulares no Brasil e

chegou ao número de R\$2,08 bilhões anuais. Ainda, foram mapeadas 55 Construtechs no Brasil que utilizam da construção modular como uma forma de resolver um problema no mercado.

Dentro do contexto exposto, o presente trabalho busca responder à seguinte pergunta: **Qual o nível de maturidade das startups brasileiras com soluções em construções modulares e quais as projeções de crescimento para os próximos anos?**

1.2 OBJETIVOS

Serão descritos a seguir os objetivos criados para a elaboração deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é analisar o cenário brasileiro das startups da construção civil que possuem soluções voltadas à construção modular.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- a. Identificar as técnicas de construção modular e compará-las com as técnicas construtivas convencionais;
- b. Analisar os modelos de negócio e o grau de maturidade das startups da construção civil de construção modular;
- c. Comparar o posicionamento das Construtechs brasileiras com foco em construções modulares em relação ao mercado internacional;
- d. Compor uma Matriz SWOT que sintetiza o posicionamento das Construtechs brasileiras com solução em construções modulares.

1.3 HIPÓTESES DO MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO

O presente trabalho utiliza o método hipotético-dedutivo, o qual possui hipóteses a serem validadas por meio do levantamento dos dados da pesquisa. As hipóteses a serem validadas ou invalidadas são:

- a) A startup não precisa de uma fábrica própria para validar o seu product market fit;
- b) A viabilidade econômica de uma região atendida pelas startups varia de acordo com a magnitude do projeto;
- c) As startups possuem founders com formação majoritária em Engenharia Civil e com pouca experiência prévia em empreendedorismo;
- d) As startups de construção modular estão localizadas em regiões próximas a cidades com alto potencial construtivo.

No capítulo 3, a metodologia utilizada para a criação das hipóteses é descrita e estabelecida.

1.4 JUSTIFICATIVA

1.4.1 Quanto à originalidade

O conceito e discussão sobre construções modulares ainda não é amplamente difundido na graduação, por ser um método construtivo em consolidação no Brasil e por um acréscimo recente nos currículos de curso. Nesse sentido, existem algumas dezenas de trabalhos acadêmicos que abordam o tema de construções modulares, mas poucos que mostram o potencial de inovação desse método na construção civil. Há autores que citam as inovações para a construção civil, mas ninguém ainda atuou de forma a analisar especificamente as startups da tese de construções modulares e seu desempenho no mercado. Essas startups ainda são desconhecidas na academia e vem atuando de forma a melhorar os índices de produtividade na construção civil.

Dessa forma, o presente trabalho visa a originalidade ao trazer estudos já publicados sobre o tema e complementar com os assuntos de inovação e análise de

negócios, de forma a alcançar os objetivos da pesquisa e abrir portas para um assunto pouco discutido no ambiente acadêmico.

1.4.2 Quanto à relevância

Conforme já exposto na contextualização, as construções modulares possuem o potencial de melhorar os índices de produtividade e diminuição dos desperdícios de materiais. Além disso, o ambiente de Construtechs vem crescendo nos últimos 5 anos e já são mais de 839 organizações inovadoras pensando em formas de transformar a cadeia da construção e mercado imobiliário. Os dados por si só mostram que é relevante a academia não só acompanhar as movimentações das inovações no setor como também propor fatores de melhoria, para contribuir para o avanço do ecossistema e para o crescimento de todo o setor.

Assim, o presente trabalho possui relevância ao trazer para a construção civil um olhar inovador e visões de panorama de como um grupo de startups está performando, além de quais as projeções de crescimento para os próximos anos. Essas informações são valiosas para:

- Universidades, por acompanharem de forma próxima os avanços na forma de se construir;
- Empreendedores e corporates do setor, ao mostrarem um panorama atualizado do setor e fatores de sucesso e insucesso das organizações;
- Profissionais técnicos, para se capacitarem no tema e utilizarem para seu portfólio profissional;
- Investidores interessados em acompanhar as movimentações desta tese;

1.4.3 Quanto à viabilidade

A metodologia de trabalho foi dimensionada para se adequar ao tempo de execução da pesquisa e aos limites propostos por um Trabalho de Conclusão de Curso. Os materiais utilizados para embasamento teórico estão disponíveis de forma online nos bancos de dados acadêmicos e as entrevistas com especialistas e empresas utilizadas para enriquecer as análises foram realizadas de forma online e remota.

Assim, considera-se que o presente trabalho é viável de ser executado de acordo com os objetivos de um trabalho de conclusão de curso e com o tempo disponível para tal.

1.5 ESTRUTURA, ESCOPO E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

A estrutura do presente trabalho está dividida em seis capítulos: **1. INTRODUÇÃO, 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, 3. METODOLOGIA, 4. DIAGNÓSTICO, 5. ANÁLISES DAS HIPÓTESES SEGUNDO MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO E PROPOSIÇÃO DA MATRIZ SWOT, 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.**

O primeiro capítulo introduz e contextualiza o tema, apresentando também os objetivos geral e específicos, a pergunta de pesquisa, as justificativas e estrutura do trabalho. O segundo capítulo fundamenta a pesquisa com demais autores que já abordaram os assuntos e dão base para as análises da pesquisa.

No terceiro capítulo estão descritas as ferramentas e os caminhos utilizados para a realização da pesquisa, a fim de alcançar os objetivos gerais e específicos. Já o quarto capítulo é composto pelo diagnóstico da pesquisa, no qual são expostos os fatos e resultados obtidos ao longo da execução da pesquisa, já com algumas suposições dos motivos pelos quais aqueles resultados foram obtidos.

O quinto capítulo é composto pelas análises das hipóteses do método hipotético-dedutivo, na qual são relacionados os resultados da pesquisa de campo com as informações levantadas na Fundamentação Teórica, a fim de entender de que forma as hipóteses levantadas na metodologia se confirmam com a realidade. Ainda, o capítulo também contém a matriz SWOT do ecossistema mapeado, de forma a caracterizar o público analisado de forma sistêmica.

O capítulo 6, por fim, são feitas as considerações finais, analisa-se o atingimento dos objetivos do trabalho e são feitas as recomendações para trabalhos futuros.

O presente trabalho tem como escopo analisar as startups brasileiras que possuem soluções ligadas a técnica de construção modular, realizando uma pesquisa de campo e análise de banco de dados das empresas mapeadas. Como delimitações, devido a restrições de tempo e recursos, a pesquisa será focada somente em organizações configuradas como startups, que estejam em funcionamento no Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente fundamentação visa revisar os principais assuntos que serão abordados ao longo deste trabalho. Divide-se em 4 seções: Histórico da construção civil no Brasil, dinâmica da construção civil no Brasil, panorama de inovação no setor, histórico e características da construção modular offsite.

Relacionando com os objetivos específicos propostos no capítulo anterior, a identificação das técnicas de construção modular e a comparação com as técnicas construtivas convencionais será abordado ao longo dos itens deste capítulo.

Já a análise dos modelos de negócio e o grau de maturidade das Construtechs de construção modular e seus posicionamento em relação ao mercado internacional deverá ser abordado no desenvolvimento do trabalho, nos capítulos subsequentes.

Os componentes e origem da matriz SWOT, foco do objetivo específico “e”, são contemplados no capítulo metodologia.

2.1 HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

Segundo Silveira (2021) o histórico da construção civil no Brasil é marcado por um estilo de construção essencialmente artesanal, a partir de blocos e estrutura de concreto armado, vindo de um processo histórico evolutivo que teve início com a colonização seguida da construção de igrejas católicas, que demandaram técnicas mais elaboradas.

Segundo o mesmo autor, um dos períodos que mais alavancaram a indústria da construção foi a construção de Brasília, na década de 60. No período, é percebido um intenso avanço da indústria, pela quantidade de novos edifícios construídos na época e pelo crescimento populacional na região central do Brasil. Segundo Spadeto (2011), no início da década de 1970, o Brasil experimentou um rápido crescimento econômico, o chamado “Milagre Econômico”, que pode ser verificado pelo avanço de seu PIB (produto interno bruto) de 3,7% de 1962 a 1967 para 11,3% nos anos de 1968 a 1974. No período, é criado o Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e o Banco Nacional de Habitação (BNH), criados no governo da Ditadura Militar, com a finalidade de apoiar e intermediar a construção e aquisição de habitações (MELLO, 1997). A facilidade na obtenção de recursos para a construção de edificações e a lógica do lucro fácil influenciou para que as empresas produzissem em grande quantidade e

sem grande preocupação com certos aspectos, tais como produtividade, custos e qualidade, o que contribuiu para altos índices de inadimplência e conseqüentemente um fracasso na indústria financeira do SFH (SPADETO, 2011).

A partir de 1973 até 1979, a economia do país é afetada pela crise do petróleo, com os aumentos dos preços externos e pelo Brasil importar cerca de 80% do petróleo que consumia (SPADETO, 2011). No entanto, o governo tentou manter o ritmo de obras dos anos anteriores, ao custo de altas taxas de juros e aumento da dívida externa (MELLO, 1997). Os resultados dessas medidas começaram a ser sentidos a partir da década de 80, com a estagnação econômica e a explosão inflacionária, quando o setor da construção civil entrou em recessão (SPADETO, 2011). Com a crise, as empresas passam a buscar soluções tecnológicas para elevar a produtividade do setor (MELLO, 1997).

Segundo Spadeto (2011), somente a partir de 1984 é que a indústria da construção civil começou a se recuperar, com medidas que foram sendo implementadas para superar a crise. O Plano Cruzado, em 1986, aumentou o poder aquisitivo da população, o que permitiu que as compras fossem retomadas e movimentando novamente o setor. Em 1988, foi promulgada a nova Constituição Federal, que regulamentou a nova legislação trabalhista. Como consequência, houve uma elevação nos encargos das empresas, sendo a construção civil o segundo setor mais afetado pela regulamentação (MELLO, 1997).

Segundo Spadeto (2011), a partir da década de 90, diversas influências políticas e econômicas, como privatizações, diminuição da intervenção do estado no mercado, globalização, variação da moeda, diminuição das margens de lucro, forçaram empresas a aperfeiçoar seus meios de produção para obter vantagem competitiva em relação aos concorrentes, visto o aumento da competitividade de empresas na época.

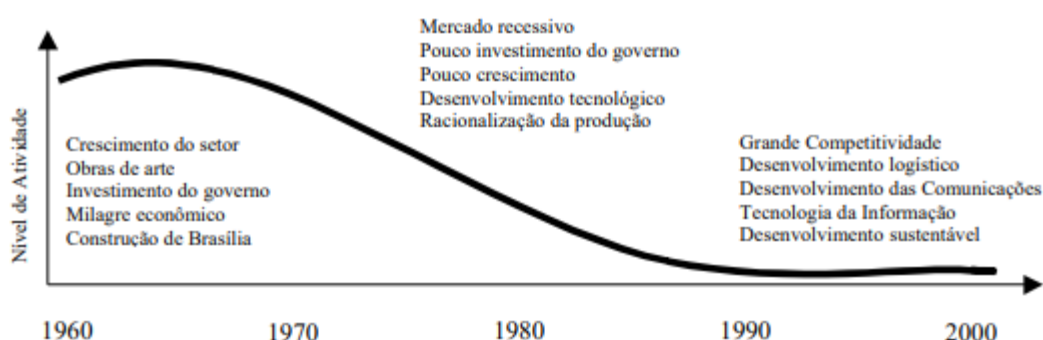
Somente a partir de 2004, o setor começou a sentir os impactos positivos de medidas que melhoraram o poder de compras da população. Em 2009, o Governo Federal promulgou o Programa Minha Casa Minha Vida, um programa que tinha o objetivo de diminuir o déficit habitacional no país e proporcionou um amplo avanço do setor, pela movimentação de empresas e insumos para as futuras construções. (SILVEIRA, 2021). Na primeira década dos anos 2000, é possível perceber também um avanço do setor na busca de técnicas e utilização de materiais de forma mais

sustentável, com investimento em tecnologias para ganho de produtividade e menor desperdício (SILVEIRA, 2021).

Nesta mesma década, é visto em Lins (2017), que o governo federal lança investimentos na construção civil como forma de fomentar o desenvolvimento do país, com o lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento 1 (PAC 1) e investimento de mais de R\$500 bilhões nas áreas de infraestrutura social, urbana, logística e energética por meio do programa.

A Figura 1 a seguir resume o histórico de comportamento da indústria da construção civil de 1960 aos anos 2000, proposto por Nascimento e Santos (2003).

Figura 1 - Histórico recente da indústria da construção civil dos anos 1960 a 2000

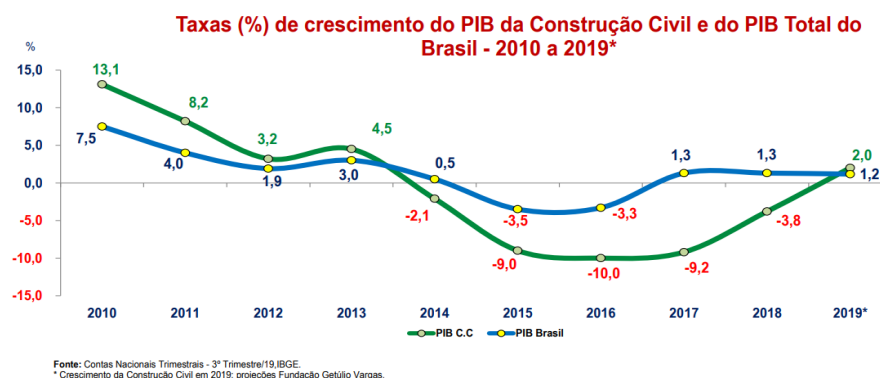


Fonte: Nascimento e Santos (2003).

Segundo Lins (2017), na década dos anos 2010 há a continuação do programa Minha Casa Minha Vida e o lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento 2 (PAC 2) por parte do governo federal, com investimentos de mais de R\$955 bilhões até 2014. Segundo EXAME (2011), o ano de 2010 foi marcante tanto para a economia do país quanto para a construção civil, onde o PIB da construção civil expandiu 22,3% em relação a 2009.

No entanto, com as mudanças no panorama econômico, principalmente devido a influências internacionais e motivos políticos, a construção civil nos anos posteriores a 2010 sofreu retração (CBIC, 2020). Segundo estudo promovido pela CBIC (2020) o PIB da construção civil fechou o ano em queda de 2014 a 2018. A Figura 2 abaixo demonstra o desempenho do PIB da construção civil e do PIB geral de 2010 a 2019.

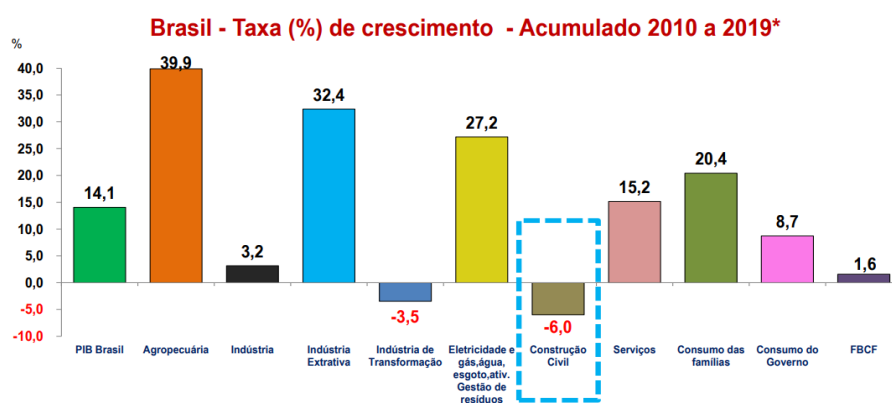
Figura 2 - Desempenho do PIB da construção civil de 2010 a 2019



Fonte: CBIC, 2020.

Ainda relacionado ao desempenho abaixo da construção civil nos anos 2010, segundo o mesmo estudo da CBIC, a construção civil teve uma taxa de decréscimo de 6%. Isso corresponde ao setor com pior desempenho na década. A Figura 3 a seguir ilustra o desempenho da construção civil em relação aos demais setores.

Figura 3 - Desempenho da construção civil em comparação a outros setores



Fonte: CBIC, 2020.

Em 2020, com a pandemia mundial do Coronavírus, a construção civil também demonstrou índices de baixa, devido a períodos de paralisação de obras e da indústria de insumos. Em 2020, foi registrada uma queda de 3,9% no setor (CBIC, 2022). Com o avanço da vacinação e retorno às atividades, a construção civil volta a apresentar índices positivos. Segundo CBIC (2022), o setor cresceu 9,7% em 2021, com a geração de 245.939 novos empregos (QUINTÃO, 2022).

Percebe-se com o mapeamento histórico do desempenho da indústria da construção civil ao longo das últimas décadas no Brasil, o setor é sensível aos

desempenhos da economia do país e ainda está em processo de recuperação às baixas registradas nos últimos anos. Além disso, é interessante perceber que os contextos econômicos e sociais de cada época influenciaram no comportamento das empresas a buscarem por melhorias e adaptações para continuarem em funcionamento.

Os índices do setor em 2021 demonstram o potencial da construção civil em conseguir se recuperar e novamente obter índices positivos de desempenho. Assim, é válido pensar em melhorias na cadeia da construção que permitam uma consolidação desse crescimento, fatores que serão abordados nos itens seguintes.

2.2 A DINÂMICA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

Para entender a dinâmica da construção e entender os seus comportamentos, é importante entender seus mecanismos de funcionamento e suas características.

2.1.1 Subsetores da construção civil

De acordo com Spadeto (2011), a indústria da construção civil pode ser dividida em três subsectores: construção pesada, montagem industrial e edificações. O subsector da construção pesada envolve obras de infraestrutura, tais como obras viárias e saneamento. O subsector de montagem industrial abrange obras de montagem de estrutura para instalação de indústrias, transmissão e distribuição de energia elétrica e telecomunicações. Já o subsector de edificações tem como abrangência a construção de edifícios e serviços complementares relacionados (MELLO, 1997). A composição do setor da construção civil brasileira citada por Spadeto (2011) pode ser visto na Figura 4 a seguir.

Figura 4 - Composição do setor da construção civil brasileira



Fonte: Spadeto, 2011.

Ainda, existem outros modelos de caracterização da construção civil brasileira. O macrocomplexo da construção civil engloba não só a cadeia da construção civil (edificações, construção pesada e montagem industrial) como também toda a área de suporte às atividades produtivas, que fornecem insumos para o setor (OLIVEIRA, 2008). Os setores do macrocomplexo da construção civil proposto por Oliveira (2008) podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 - Setores do macrocomplexo da construção civil

SETORES DO MACROCOMPLEXO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Setor de suporte às atividades produtivas	Setor de projeto, produção e montagem de produtos finais
<ul style="list-style-type: none"> • Subsetor de materiais de construção; • Subsetor de produção de máquinas, equipamentos, ferramentas e instrumentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subsetor de montagem industrial, • Subsetor de construção pesada ; • Subsetor de edificações.

Fonte: Oliveira, 2008.

Segundo Spadeto (2011), outro conceito ainda mais abrangente é o chamado Construbusiness, que, além do macrocomplexo da construção civil, engloba também os bens de capital para a construção e outros serviços diversos, tais como atividades imobiliárias, serviços técnicos de construção e atividades de manutenção de imóveis. O modelo proposto por Spadeto (2011) é visto na Figura 5 a seguir.

Figura 5 - Construbusiness



Fonte: Spadeto, 2011.

As figuras anteriores demonstram as divisões da cadeia e suas complexidades. Segundo Spadeto (2011), a construção civil é considerada um setor-chave para a economia nacional, pois é grande consumidora de produtos de outros

segmentos industriais, formando uma ampla cadeia produtiva, que se estende desde a indústria extrativista mineral até a comercialização dos imóveis. Esse sistema provoca algumas particularidades para o setor, as quais são necessárias aprofundar para buscar melhorias estruturais para a indústria.

2.1.2 Processo construtivo na construção civil

O processo construtivo na construção civil, elaborado por Meseguer (1991 apud Spadeto, 2011), pode ser esquematizado por cinco atividades principais: planejamento, projeto, materiais, execução e uso-manutenção. O modelo proposto pode ser visto na Figura 6 a seguir.

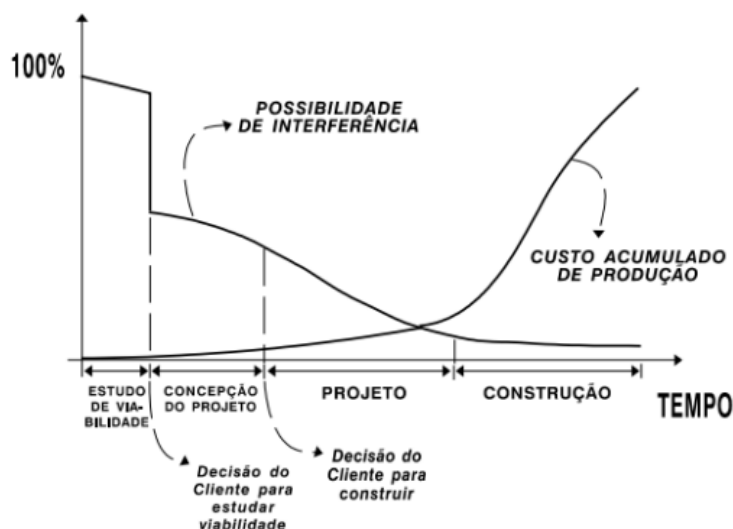
Figura 6 - Processo produtivo e suas fases



Fonte: Spadeto, 2011.

No processo construtivo, especificamente na fase de Projetos e Planejamento, há desafios pertinentes que refletem diretamente na produtividade de uma construção. Segundo Hammarlund e Josephson (1992, apud DECHEN, 2020, p.42) a fase de projetos tem a principal participação na redução dos custos e falhas de um empreendimento. Eles destacam que a possibilidade de interferências é maior ainda na fase de projeto, e conforme as decisões da obra vão sendo tomadas, menor é o poder de interferência nas execuções. A Figura 7 a seguir demonstra as fases do empreendimento e suas possibilidades de interferência.

Figura 7 - Possibilidade de interferência ao longo do avanço do empreendimento



Fonte: Hammarlund e Josephson (1992 apud DECHEN, 2020, p. 43).

Oliveira (2010) mostra que 17,78% dos atrasos em obras são ocasionados por falhas no processo de projeto e planejamento e 30% dos custos da construção são consequências de erros oriundos de uma má coordenação e compatibilização das múltiplas disciplinas de projeto, acrescido de desperdícios e improdutividades (GROHMANN, 1998, apud DECHEN, 2020, p. 42).

Ao analisar o processo produtivo na construção é possível perceber a complexidade da cadeia, onde em apenas uma construção há diversos atores envolvidos e várias etapas que precisam ser cumpridas até a entrega final de um projeto. No estudo realizado por Meseguer (1991 apud Spadeto, 2011), são enumeradas 10 características da construção civil que possuem relação com a complexidade do setor, e que dificultam a melhoria dos processos e métodos empregados na construção civil.

- Indústria de caráter nômade, o que dificulta a repetição e manutenção dos padrões de qualidade, ou seja, dificuldade em manter as mesmas características nas matérias-primas e nos processos;

- Cria produtos únicos, dificilmente repetidos, e não produtos seriados, como na maioria das indústrias;

- A produção é centralizada, ou seja, os operários se movem em torno de um produto fixo, ao passo que, em outras indústrias, a produção é em cadeia, onde os

produtos são móveis e passam pelos operários fixos, o que facilita a organização e o controle;

- A indústria da construção civil é muito tradicional e resistente a alterações muito acentuadas;

- Utiliza mão-de-obra pouco qualificada, muitas vezes de caráter temporário, o que resulta em poucas oportunidades de promoção e dificuldade de capacitação profissional, resultando em desmotivação, baixa produtividade e qualidade deficiente;

- A indústria da construção civil realiza grande parte de seus trabalhos em locais sujeitos às intempéries, o que dificulta o curso das obras, chegando até mesmo a postergar sua conclusão;

- Contrariamente ao que ocorre em várias outras indústrias, a construção civil fabrica um produto que, na grande maioria das vezes, só vai ser adquirido pelo usuário uma única vez. Isso faz com que a experiência desse usuário, assim como a sua exigência, não influi muito sobre a qualidade do produto, desestimulando os esforços dessa indústria rumo ao aprimoramento;

- As responsabilidades são dispersas e pouco definidas, enquanto que, em outras indústrias, são concentradas e bem definidas;

- O grau de precisão na construção civil é muito menor do que em outras indústrias, tornando, assim, a construção demasiadamente flexível.

Além disso, existem fatores jurídicos e burocráticos que influenciam na produtividade do setor. Segundo Barbosa et al. (2017), os contratos muitas vezes possuem incompatibilidades nas alocações de riscos e recompensas, o que cria relações inseguras entre proprietários, compradores e fornecedores. Também, é caracterizada por ser dependente de demandas do poder público, o que causa resultados cíclicos e passíveis de casos de corrupção.

Já em FGV (2015, apud DECHEN 2020, p. 46) é visto as influências tributárias na adoção de materiais na construção civil, ao exemplificar que estruturas pré-moldadas é mais onerosa tributariamente do que a manufatura dentro do canteiro, apesar do comprovado aumento de eficiência vindo do maior uso de elementos pré-fabricados.

2.1.3 Contexto da construção civil em indicadores

A indústria da construção civil é predominantemente mais desenvolvida nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, e composta, na sua grande maioria, por pequenas e microempresas (SPADETO, 2011). Segundo o CBIC (2013), das mais de 195 mil empresas em atividade formal no país em 2013, 97,6% (191,3 mil) tinham menos de 100 funcionários.

A construção civil brasileira também é conhecida como um setor que apresenta muitos acidentes de trabalho (SPADETO, 2011). Segundo o Sindicato da Indústria da Construção de São Paulo (Sinduscon-SP) (2020), o setor informou a ocorrência de 25.960 acidentes em 2020, e segundo ANAMT (2019), a construção civil em 2019 foi considerada como o primeiro setor em incapacidade permanente e o segundo em mortes (perdendo apenas para o transporte terrestre).

Segundo o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE) (2020), a construção civil se caracteriza pela alta informalidade dos vínculos de trabalho. Em 2019, os ocupados por conta-própria sem contribuição para a Previdência (41,9% do total) e os empregados sem carteira de trabalho no setor privado (19,9% do total) representavam 61,8% dos ocupados. Analisando o perfil dos trabalhadores formais do setor da construção civil, observa-se que a maioria é formada por homens, representando 90,1% do total. A faixa etária mais representativa é de 30 a 39 anos, o que representa quase um terço dos trabalhadores. Quanto ao grau de instrução, 47,3% dos trabalhadores têm o ensino médio completo e 21,7% possuem ensino fundamental incompleto (DIEESE, 2020).

Os vínculos de trabalho formal no setor da construção civil caracterizam-se pela curta duração. Em dezembro de 2018, mais da metade dos(as) trabalhadores(as) tinham menos de um ano de vínculo (50,8%). Em relação a remuneração média no setor da construção civil, em dezembro de 2018 48,5% dos(as) trabalhadores(as) recebiam de 1,51 a 3 salários mínimos; 25,2% até 1,5 salário mínimo; 12,4% de 3 a 5 salários mínimos; e apenas 5,8% recebiam mais de 5 salários mínimos. (DIEESE, 2020).

Os profissionais envolvidos na cadeia produtiva da indústria da construção civil possuem interesses, habilidades e níveis de conhecimentos bastante diversos além de uma frágil organização sindical e o baixo nível de reivindicação dos operários do setor (SPADETO, 2011).

Segundo Spadeto (2011), outra característica da construção civil brasileira é o desperdício de materiais. O índice médio de desperdício de materiais nas obras brasileiras está entre 7% e 8%. Alguns materiais, como é o caso da argamassa, apresentaram perdas de até 50% e as perdas financeiras em uma obra podem chegar a 30%.

2.1.4 Cadeia de suprimentos da construção

2.1.4.1 Cadeia de Suprimentos e Cadeia digital

Segundo Scavarda e Hamacher e Scavarda (2001) a cadeia de suprimentos é uma rede que engloba todas as empresas que participam das etapas de formação e comercialização de determinado produto ou serviço, que será entregue a um cliente final. Essas empresas podem desempenhar diversas funções na cadeia, desde extração de insumos até a prestação do serviço final.

Já Haga (2000, p.19) acrescenta que:

Ela é responsável pela coordenação dos fluxos de materiais e informações existentes entre unidades produtivas que, de um lado, fornecem produtos e serviços como recursos para uma operação de produção, e que, por outro, demandam novos produtos e serviços para os consumidores da operação produtiva.

A Figura 8 a seguir demonstra o fluxo de informações e materiais que formam a cadeia de suprimentos, proposto por Haga (2000).

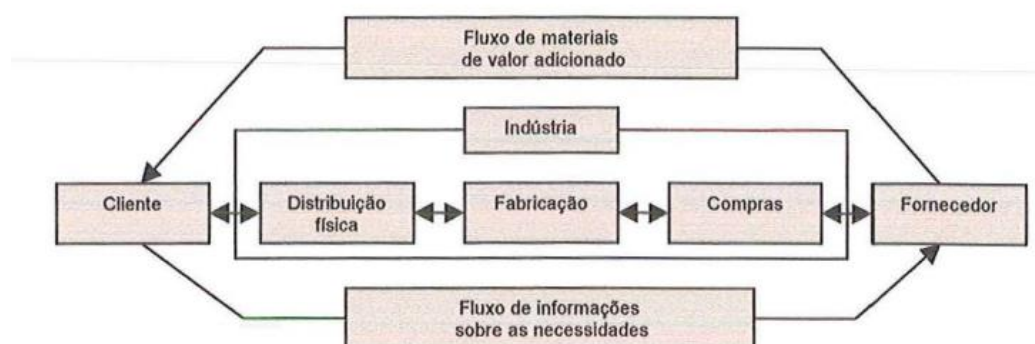
Figura 8 - Organização da cadeia de suprimentos



Fonte: Haga (2000).

Alguns autores relacionam a importância do aspecto logístico e integração de diversos pontos da cadeia. Segundo Haga (2000) o gerenciamento logístico da cadeia é o meio pelo qual as necessidades dos clientes são satisfeitas através do fluxo de materiais e informações, que vão do mercado até a empresa, suas operações e posteriormente para seus fornecedores. Para Bowersox (1996, apud HAGA, 2000, p. 26) o efetivo gerenciamento da cadeia de suprimentos está relacionado ao compartilhamento efetivo de informações entre os elementos da cadeia, no sentido de que a parceria irá reduzir os riscos e melhorar a eficiência no processo logístico. A Figura 9 a seguir demonstra o processo de gerenciamento logístico e fluxo de informações que é necessário existir ao longo de toda a cadeia.

Figura 9 - Gerenciamento logístico da cadeia de suprimentos



Fonte: Haga (2000).

Em uma organização, a Cadeia de Suprimentos envolve ainda algumas funções como o pedido do cliente, o desenvolvimento de novos produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e serviço de atendimento ao cliente, por exemplo. Ela é dinâmica e envolve um grande fluxo de informações, produtos e dinheiro entre todas as suas diferentes etapas (CHOPRA; MEINDL, 2004 apud SPANHOL et al., 2010, p. 3). Para Spanhol et al. (2010), a agregação de valor para o consumidor apresenta-se como o principal objetivo de todos os esforços produzidos nas operações e nos elos que constituem a cadeia de suprimentos.

Segundo Chopra e Meindl (2003, apud SPANHOL et al., 2010, p. 5) existem alguns fatores-chave da cadeia de suprimentos: estoque, transporte, instalação e informação.

Estoque: Segundo Ballou (2004, apud SPANHOL et al., 2010, p. 5) estoque são as acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes e materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas. A existência de estoque busca equacionar as diferenças entre oferta e demanda, com o objetivo de garantir aos clientes a disponibilidade de produtos em momentos de maior demanda (SPANHOL et al., 2010).

Transporte: O transporte mobiliza o produto por diferentes etapas da cadeia de suprimentos (CHOPRA; MEINDL, 2003, apud SPANHOL et al., 2010, p.5).

Meios de transporte: Para Chopra e Meindl (2003, apud SPANHOL et al., 2010, p.6), o meio de transporte é o modo pelo qual um produto é deslocado de um ponto ao outro na rede da cadeia de suprimentos. Suas opções são via aérea, caminhão, trem, navio, dutos e transporte eletrônico (transportes de dados).

Instalações: Chopra e Meindl (2003, apud SPANHOL et al., 2010, p. 6) instalações são locais para onde o estoque é transportado, no qual o estoque pode ser transformado em outro estado (fabricado) ou armazenado antes de ser despachado para um próximo estágio (armazenagem). A fabricação e armazenagem em um mesmo local podem proporcionar economias de escala no produto, aumentando também sua eficiência promovida por essa centralização.

Informação: Para Chopra e Meindl (2003, apud SPANHOL et al., 2010, p. 6) a informação serve como uma conexão entre os diversos estágios da cadeia de suprimentos e permitem coordenar suas ações de forma mais estratégica, para ter uma visibilidade de todos os processos e responsividade para melhorar a entrega final.

Para Pires (2004, apud SPANHOL et al., 2010, p. 7) a ascensão da internet foi um grande facilitador dos negócios e está a serviço da geração de valores para a cadeia de suprimentos. Com o avanço de tecnologias que permitiram melhorias na cadeia de suprimentos, passa a entrar em foco o conceito de Cadeia de Suprimentos 4.0. Segundo Aliche, Rachor e Seyfert (2016), Cadeia de Suprimentos 4.0 se dá pela aplicação de Internet das Coisas, uso de robótica avançada e aplicação de análises de big data no gerenciamento da cadeia de suprimentos, visando maior visibilidade de dados nos diferentes pontos da cadeia, automatização e maior valor agregado ao cliente.

A Indústria 4.0 cria uma disrupção e exige que as empresas repensem a maneira como projetam sua cadeia de suprimentos. Surgiram várias tecnologias que

estão alterando as formas tradicionais de trabalho (ALICKE; RACHOR; SEYFERT, 2016). Gish (2017) mostra que os avanços tecnológicos provocados pela indústria 4.0 modificaram a estrutura linear da cadeia de suprimentos para estruturas conectadas, personalizáveis e ágeis, as chamadas redes de suprimentos digitais. Segundo o autor, a rede de suprimentos digital estabelece um fio digital, conectando informações, bens e serviços para gerar o benefício de maior conexão direta com clientes, velocidade na análise de dados e maior rapidez na correção de erros.

Ainda no contexto de Cadeia de Suprimentos 4.0, há o desafio de adequação às expectativas dos consumidores e maior responsividade nas demandas de consumo. Visto em SCHRAM (2021), uma pesquisa elaborada pela DM Magazine mostrou que 96% das respostas apontaram a entrega rápida de produtos como entrega no mesmo dia, e que apenas 51% dos varejistas analisados na pesquisa ofereciam essa opção.

2.1.4.2 Cadeia de Suprimentos da construção civil

As características da cadeia de suprimentos da construção estão fortemente ligadas a algumas características dessa indústria (ALVES e TOMMELEIN, 2007). A indústria da construção é caracterizada pela fragmentação, por organizações baseadas em projetos únicos, alta dependência da mão-de-obra, desconsideração dos níveis de incerteza, entre outras (LAUFER; TUCKER, 1987; KOSKELA, 1992, apud ALVES; TOMMELEIN, 2007, p. 33). Vrijhoef e Koskela (2000, apud ALVES; TOMMELEIN, 2007, p.33) mostra que a combinação desse contexto resulta em características que definem as cadeias de suprimentos da construção como:

Convergentes: os suprimentos convergem para o canteiro de obras onde são montados;

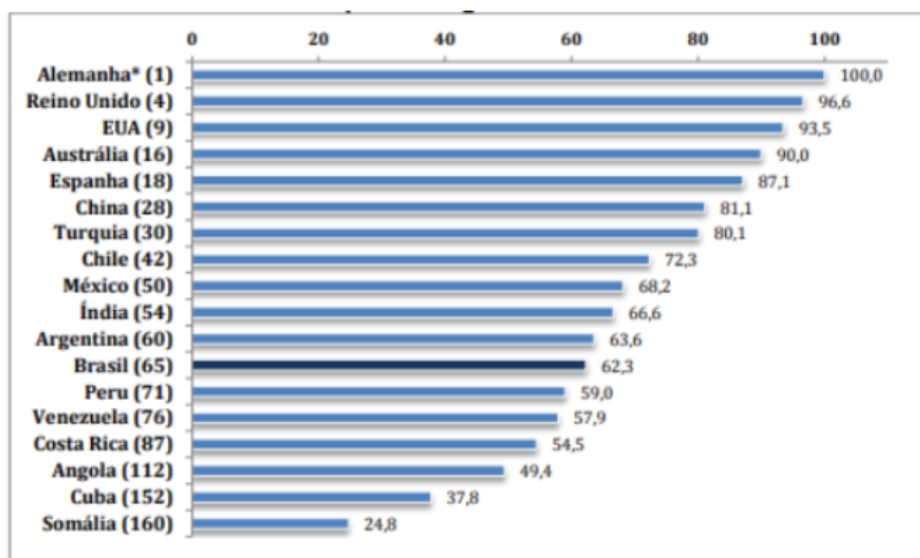
Temporárias: organizações temporárias são formadas para suprir e construir um projeto de cada tipo. Essas organizações são definidas para um projeto específico e podem não atuar em um projeto seguinte em seu formato original;

Outro fator importante a ser analisado na cadeia de suprimentos da construção é a sua cadeia logística. Em Mobuss (2021), é apresentado os principais segmentos da cadeia logística da construção:

- Layout de canteiro: organização do canteiro de modo a ter a definição de cada local e seu papel na obra.
- Movimentação: Rotas de deslocamento de insumos dentro e fora do canteiro.
- Estoque: Controle de chegada e saída de materiais para controle da demanda da obra de acordo com o planejamento.
- Armazenamento: Locais para armazenamento de acordo com o tipo de material e suas exigências de armazenamento.
- Distribuição: planejamento da distribuição dos pedidos. Deve considerar todos os recursos, maquinário e dados para que os trabalhos planejados no projeto possam ser executados e monitorados.
- Suprimentos: Planejamento de todos os recursos necessários para a execução de uma obra, tanto humanos quanto materiais.
- Logística reversa: Retorno de materiais não utilizados ou desmobilizados de volta à cadeia de suprimentos.

Os índices de eficiência logística no Brasil são particularmente alarmantes. Em um estudo elaborado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (2015, apud DECHEN, 2020, p. 45) apontou que a eficiência logística no país está na colocação 65° em termos de eficiência logística em um ranking com 160 países, conforme Figura 10 a seguir.

Figura 10 - Eficiência logística da construção civil no Brasil



Fonte: FVG (2015 apud DECHEN, 2020, p. 45).

Nesse mesmo estudo, mostra-se que há o desafio por parte das construtoras no gerenciamento de uma grande rede de prestadores de serviços, visto um crescente de terceirização de serviços em canteiro. Nesse contexto, essa ineficiência logística tende a impactar ainda mais na produtividade das construções.

Além dos baixos índices de eficiência logística, há o baixo uso de dados na cadeia de suprimentos da construção. Como se vê em Haga (2000), ao mostrar que o uso de tecnologia da informação ainda é utilizado apenas como um elemento de suporte nas empresas do setor, diferentemente do que ocorre em outros setores industriais, que enxergam a Tecnologia da Informação (TI) como um elemento integrador e estratégico para a competitividade das empresas.

No estudo de Vrijhoef e Koskela (2000, apud ALVES e TOMMELEIN, 2007, p.34) é proposto 4 focos para analisar a cadeia de suprimentos da construção e pensar em melhorias contínuas:

Foco 1 - Interação entre o canteiro de obras e seus fornecedores imediatos: o objetivo é reduzir os custos e as durações das atividades através da cooperação entre empresas construtoras, empreiteiras e fornecedores.

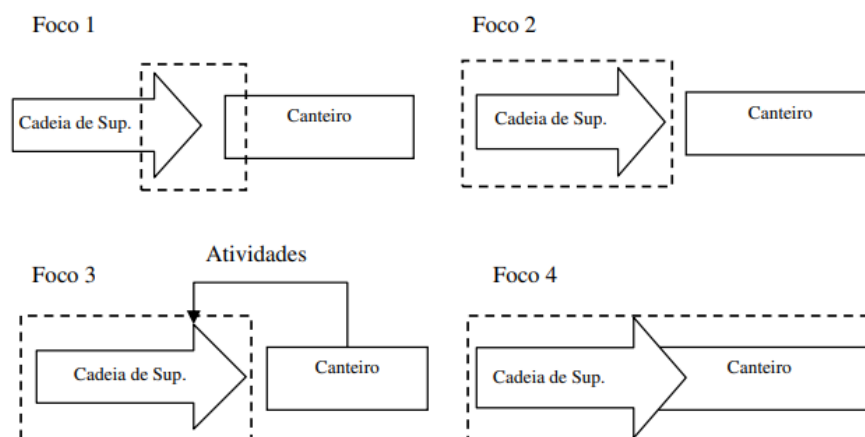
Foco 2 – Foco na cadeia que fornece suprimentos ao canteiro de obras: o objetivo é alcançar a redução de custo por meio de melhorias na logística, tempo de fornecimento (lead time) e redução de estoques. Fornecedores da cadeia devem trabalhar de forma conjunta, de modo a definir uma cadeia de suprimentos otimizada, a qual considera diversos fatores relativos aos custos logísticos e de produção.

Foco 3 – Transferência de atividades do canteiro para outras localidades: o objetivo é tirar vantagem de ambientes mais controlados, fora do canteiro de obras. A implementação desse foco requer maior planejamento em termos de projeto e operação do canteiro.

Foco 4 – Gerenciamento integrado da cadeia de suprimentos com o canteiro de obras: o objetivo é fazer com que fornecedores, empresas construtoras, clientes e empreiteiros trabalhem de forma conjunta para melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos como um todo.

A figura abaixo exemplifica os 4 focos de melhoria nos aspectos da cadeia de suprimentos da construção, proposto por Alves e Tommelein (2007).

Figura 11 - Focos do gerenciamento da cadeia de suprimentos da construção



Fonte: Alves e Tommelein (2007).

2.2 PANORAMA DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.2.1 Construção 4.0

Segundo Firjan (2016), o termo indústria 4.0 surgiu na Alemanha como nome de um programa criado pelo governo para promover o desenvolvimento da manufatura e aumentar a produtividade das linhas de produção, com o fim de gerar maior competitividade com a indústria internacional através de fábricas mais inteligentes, através da aplicação de inteligência de dados em todos os processos industriais.

Em Schwab (2016) é relacionado o avanço da indústria 4.0 com o desenvolvimento de Inteligência Artificial (IA) nos últimos anos, isso permitiu uma disponibilidade de grandes quantidades de dados e transformação em toda a cadeia de valor, possibilitando a criação de novos produtos e serviços que aumentam a eficiência e prazer nas vidas dos consumidores. O autor cita um impacto dessas novas tecnologias em áreas como inteligência artificial, robótica, internet das coisas, veículos autônomos, impressão 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica.

Em Hermann, Otto e Pentek (2015), é elaborado uma revisão de conceitos sobre a indústria 4.0 e é discutido fatores de implementação da indústria 4.0 na indústria utilizando princípios do design: interoperabilidade, virtualização, descentralização, capacidade em tempo real, orientação a serviços e modularidade. No estudo, os autores destacam os principais componentes de uma indústria 4.0:

- Sistemas Ciber-Físicos (CPS): Computadores e redes embarcados que monitoram e controlam os processos físicos, geralmente com loops de feedback onde os processos físicos afetam os cálculos e resultados;

- Internet das coisas (IoT): Rede interconectada onde os CPS cooperam entre si em endereçamentos e sensores, para coleta de dados inteligentes e em tempo real. O autor destaca tecnologias como *Radio Frequency Identification* (RFID), sensores, atuadores, telefones celulares;

- Internet de serviços (IoS): Composta por participantes, infraestruturas de serviços, modelos de negócios e serviços, combinados para gerar valor agregado a diversas partes. Os serviços são oferecidos e comunicados aos usuários e consumidores, e acessados por eles por meio de diversos canais;

- Fábrica inteligente: É definida como uma fábrica que auxilia pessoas e máquinas na execução de tarefas, por meio de sistemas que trabalham em segundo plano e sensíveis ao contexto para levar informações em tempo real e automatizadas, como posição e status de um objeto.

No contexto da construção civil, essa tendência é nomeada como Construção 4.0. É visto em Haito, Cardoso e Moratti (2019) que a Construção 4.0 pode ser caracterizada por dois elementos: a digitalização e a servitização. Em Alaloul et al. (2018) é vista como digitalização a integração de diversos processos e departamentos por meio de dados digitais, acesso digital, automação e conectividade. Em Frank et. al (2019) é analisada a servitização como o fenômeno que muda o panorama de atuação de empresas focadas anteriormente no produto para passarem a olhar por uma perspectiva de produto-serviço. Essa adaptação é moldada pelas mudanças de posicionamento dos clientes na busca por experiências de produtos mais completas, consumindo-os como serviço.

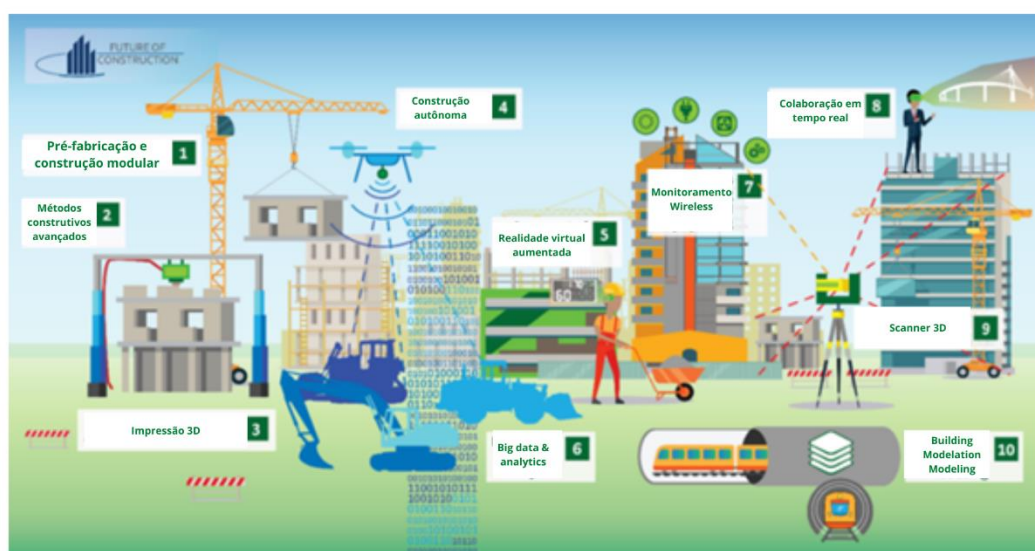
Em Teixeira (2022) são vistos exemplos de aplicações da Construção 4.0, como automatização da construção e impressão 3D, utilização do Building Information Modeling (BIM), uso de drones e dispositivos vestíveis.

Em Castagnino et. al (2018) são vistas aplicações tecnológicas que tendem a transformar a construção civil. São citados:

1. Pré-fabricação e construção modular;
2. Materiais de construção avançados;
3. Impressão 3D;
4. Construção autônoma;

5. Realidade virtual aumentada;
 6. Big data e Analytics;
 7. Monitoramento Wireless;
 8. Colaboração em tempo real;
 9. Scanner 3D;
 10. Building Information Modeling (BIM);
- A Figura 12 a seguir ilustra as aplicações.

Figura 12 - As 10 tendências de transformação digital na construção



Fonte: Adaptado de Castagnino et. al (2018).

Segundo BCG (2018 apud Castagnino, 2018), até 2028 a digitalização em grande escala pode ajudar a indústria a economizar cerca de 12 a 20%, o equivalente a entre US\$ 1 trilhão e US\$ 1,7 trilhão anualmente.

Em Oesterreich e Teuteberg (2016) é estudada as implicações da implementação da Construção 4.0 e são observados os benefícios de economia de custos, economia de tempo, melhoria da qualidade, melhoria do relacionamento com o cliente, reforço da segurança, melhoria da imagem da indústria da construção e melhoria na sustentabilidade.

Em Vasconcellos (2017, apud G1, 2017) é visto uma comparação com a construtora em um contexto de Construção 4.0 com o setor automobilístico, onde cada vez mais deve-se buscar a entrega de produtos acabados e soluções completas. O

autor exemplifica o foco de entrega em paredes acabadas ao invés de somente tijolos empilhados.

Em Lima (2019), é observado que a adaptação das empresas à Construção 4.0 deve ser pautada não só na adoção de novas tecnologias, mas que elas sejam implementadas ao longo de todo o fluxo de trabalho e no preparo contínuo de todos os colaboradores, por meio de mudanças culturais, capacitações e conteúdos. A capacitação dos colaboradores a esse novo modo de se pensar a construção pode ser vista como um desafio, a ser constatado em CBIC (2017, apud G1, 2017), que ao realizar uma pesquisa demonstrou que mais da metade (58%) dos trabalhadores com carteira assinada ampliou conhecimentos em ações propostas pela própria empresa. Nesse universo, 70% fizeram curso em Segurança do Trabalho, ou seja, não aprimoraram suas habilidades em si.

Segundo Santos (2017), alguns países estão avançando na implementação da Construção 4.0, como Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, Espanha, Portugal, Canadá, África do Sul, Angola, Austrália e China. Na América Latina, Argentina, Chile e México já estão na frente do Brasil. O autor salienta a preocupação com os entraves econômicos impostos pela crise de 2014, que o país não consiga acompanhar as adaptações e perca competitividade.

Segundo um estudo do Centro de Tecnologia das Edificações (CTE) (2017, apud Santos, 2017) apontou aproximadamente 800 empresas ligadas à cadeia produtiva da construção civil já adotam algum modelo de gestão dentro do conceito Construção 4.0 ou estão viabilizando a implantação. Boa parte destas companhias está ligada à área de revestimentos, porcelanatos, tubos e conexões, e destacou Santa Catarina o estado com o maior número de indústrias entrando no universo da Construção 4.0.

Os desafios da implantação da Construção 4.0 no Brasil podem ser vistas em Barbosa et al. (2017) ao levantar tendências que são pré-requisitos para permitir uma disrupção no ambiente da construção civil. O estudo analisa 7 países dentro das tendências e o Brasil deteve o pior resultado no ganho de produtividade de 1995 a 2015 (-1,21%) e baixa maturidade nos fatores: mercados mais transparentes, novos entrantes disruptivos e novas tecnologias, materiais e processos.

2.2.2 Inovação aberta na construção civil

Antes de ser abordado o panorama de inovação aberta no contexto da construção civil, é importante entender os conceitos de inovação e quais variações existem nesse contexto. Inovação se insere na estratégia das empresas como o conjunto de processos orientados para garantir as receitas e as margens de lucro futuras, através da renovação contínua do portfólio e melhoria dos processos produtivos (DAVILA et al, 2007; CHESBROUGH, 2003b; VAN DER MEER, 2007; apud FAVARIN; PINTO, 2009, p. 2).

Segundo Semente Negócios (2020), por muitos anos a chave de sucesso estava ligada à propriedade intelectual de produtos e serviços, os quais eram mantidos em segredo e a inovação era centrada em pesquisa e desenvolvimento.

Esse tipo de inovação é reconhecida como inovação fechada, a qual é abordada por Chesbrough (2003, apud DECHEN, 2020, p. 33), ao mostrar que na inovação fechada as empresas geram, desenvolvem e comercializam as suas próprias ideias e inovações. Esse modelo foi bastante predominante ao longo do século XX, com o desenvolvimento de uma área específica da organização chamada pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Esse modelo já vem se tornando ineficiente devido a alguns motivos, como o aumento no número e na mobilidade de trabalhadores com bom conhecimento, fazendo com que seja difícil as empresas manterem todos trabalhando para elas, e a crescente disponibilidade de fundos de venture capital, que ajudam a financiar novas empresas no desenvolvimento de ideias inovadoras (CHESBROUGH, 2003, apud DECHEN, 2020, p. 33).

A decadência da inovação fechada deu espaço para o surgimento do modelo de inovação aberta, ou *Open Innovation*. Em Chesbrough e Bogers (2013) é tratado inovação aberta como um modelo que trabalha com saídas e entradas intencionais de conhecimento que extravasam a fronteira de uma empresa, para alavancar fontes de conhecimento e caminhos para comercialização. No mesmo estudo são abordadas as subdivisões existentes, *outside-in* e *outside-out*. O modelo *outside-in* atua de forma a abrir os processos de uma empresa para contribuições externas. Isso pode exemplificar-se em aquisições e parcerias com startups. Já no modelo *outside-out* trabalha com ideias e ativos subutilizados para sair da organização para outros usarem em seus negócios.

No core dessa nova abordagem está a habilidade de criar um ecossistema onde pessoas, organizações e setores colaborem em um ambiente de cocriação e que isso envolva modelos de negócios que transcendam as fronteiras organizacionais (BORGES et. al, 2017, apud DECHEN, 2020, p. 34).

McKinsey (2009) destaca que à medida que as empresas amadurecem, muitas vezes enfrentam um declínio em proporção que a inovação dá lugar à burocracia e inércia. Franganillo (2020) destaca 4 categorias de inovação que grandes empresas podem realizar:

Produto ou serviço: Desenvolvimento de um novo produto ou melhoria do existente;

Processo: Implementação de um método de produção novo ou relativamente melhorado;

Marketing: Implementação de novos métodos de marketing com mudanças significativas na concepção do produto ofertado, no seu posicionamento e na política de preços;

Organizacional: Implementação de novos métodos organizacionais nas práticas de negócio, nas tomadas de decisão e relação com ambiente externo.

Franganillo (2020) destaca ainda que a complexidade e o tempo podem influenciar no alcance de resultados promovidos pelos processos de inovação. Nesse contexto, McKinsey (2009) propõe horizontes de inovação, para uma empresa projetar seu crescimento no longo prazo, sem descuidar dos seus resultados no presente. Franganillo (2020) explicita os significados e objetivos de cada um:

Horizonte 1: Projetos que visam manter o modelo de negócio atual, aproveitando dos serviços e produtos que atualmente tem e adaptar a empresa às novas tecnologias que estão validadas no mercado. Nesse horizonte, os projetos são classificados como baixo risco e têm impacto no curto prazo (12 meses).

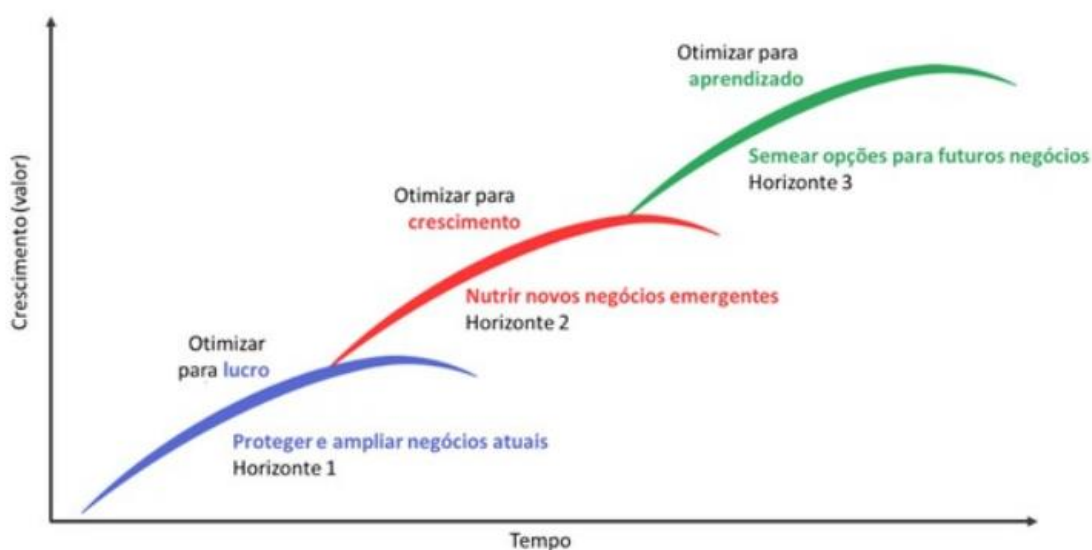
Horizonte 2: Projetos que geram novos negócios para a empresa, explorando produtos e mercados adjacentes ao core. Esses projetos visam o atingimento de novos mercados e clientes, para garantir a sobrevivência da organização no médio prazo. São projetos de risco médio e visam a validação de Mínimo Produto Viável (MVP) de novos produtos no mercado.

Horizonte 3: Projetos que promovem a inovação transformacional da empresa no longo prazo. É caracterizado por projetos de grande incerteza e riscos elevados, com foco em experimentar novos negócios disruptivos que tem o potencial de definir

a visão de futuro da empresa, e integrar diversas áreas na criação de conhecimentos e tecnologias fora do core atual.

Ribas (2021) questiona o fato de muitos gestores terem mentalidade restritiva ao dar foco somente ao H1, um perigo para o status quo da empresa e resultados no médio e longo prazo. Franganillo (2020) destaca que as empresas mais inovadoras possuem um portfólio que permeia os três horizontes de inovação e colocam recursos para testar os diferentes tipos de inovação existentes. A Figura 13 a seguir demonstra os três horizontes de inovação e suas características resumidas.

Figura 13 - Horizontes de inovação



Fonte: Ribas (2021).

Ainda no contexto de inovação aberta, Prats e Siota (2020) destacam a modalidade *corporate venture* como uma das mais promissoras. Os autores definem como uma estrutura colaborativa que atua como uma ponte entre empresas estabelecidas e startups inovadoras, de forma a participar com sucesso da inovação externa.

Segundo Prats e Siota (2020 apud DECHEN, 2020, p. 35) a modalidade se divide em alguns mecanismos, os quais são abordados pelos autores:

- **Desafios:** Competição focada em problemas específicos da corporação, que premia as iniciativas mais inovadoras baseadas em tendências tecnológicas.

- **Incubadoras e aceleradoras corporativas:** Mentorias e acompanhamentos que auxiliam empreendedores na criação de negócios viáveis e com viabilidade de execução.

- **Corporate Venture Capital:** Investimento em startups por objetivos estratégicos a médio e longo prazo, além de retorno financeiro. As corporações podem criar seus próprios veículos de investimentos ou investirem em fundos privados.

- **Aquisição de startups:** Compra de startups por corporações, com o objetivo de complementar sua solução atual com um produto estrategicamente relacionável, além de acesso a novos serviços e talentos.

- **Parcerias estratégicas:** Parcerias entre corporações ou com startups, para desenvolver e criar oportunidades de negócios e serviços.

- **Venture builders:** Investimento e alocação de recursos para a criação de startups através do recrutamento de talentos e desenvolvimento de novos negócios que beneficiarão a corporação em breve.

Na construção civil brasileira, existem alguns exemplos de corporate venture capital e inovação aberta que podem ser citados. Um deles é o Vetor AG, visto em Vetor AG (2022), programa de inovação aberta da Andrade Gutierrez. Segundo o *site*, definem-se como um “Programa de Inovação Aberta da Andrade Gutierrez e buscamos fornecedores com soluções inovadoras para as obras e áreas corporativas da AG” (VETOR AG, 2022). O portal do programa pode ser visto na Figura 14 a seguir.

Figura 14 - Programa de inovação aberta da Andrade Gutierrez



Fonte: Vetor AG (2022).

Outra iniciativa de inovação na construção civil é a Nextfloor, plataforma de inovação da Cyrela (CYRELA, 2022). Segundo a organização, a plataforma foi criada

com o objetivo de aproximar a organização de startups para a criação de parcerias, negócios em conjunto e atuação em investimentos. A plataforma de inovação pode ser vista na Figura 15 a seguir.

Figura 15 - Plataforma de inovação da Cyrela Nextfloor



Fonte: Cyrela, 2020.

Outra grande empresa do setor lançou um programa de inovação aberta, o Vedacit Labs (VEDACIT,2022). Segundo a empresa, é o primeiro programa de inovação aberta do mercado da impermeabilização, e é direcionado para *Construtechs* e *Proptechs*. Em Teixeira (2022), é visto que o programa surgiu em 2019 e realizou cocriações de produtos, aprimoramento de processos da empresa e até aquisição de startups. A Figura 16 a seguir representa o programa de inovação aberta do grupo.

Figura 16 - Programa de inovação aberta Vedacit Labs



Fonte: Vedacit Labs (2022).

Na modalidade de Corporate Venture Capital estão surgindo algumas empresas aderentes a esse modelo. É o caso da Gerdau, visto em Gerdau (2020) o lançamento da Gerdau Next, denominada pela organização como braço de Novos Negócios da organização. Segundo Gerdau (2020), a Gerdau Next é focada na estratégia de longo prazo no desenvolvimento de novos produtos e negócios, adjacentes à produção de aço, e busca apoiar soluções que promovam melhorias para construção, indústria, mobilidade, além de interações entre clientes e fornecedores, com foco na melhoria da cadeia de suprimentos. Ainda, como visto em Gerdau (2021), a organização possui um fundo de Corporate Venture Capital (CVC) próprio, a Paris Ventures. O fundo possui R\$ 80 milhões para apoiar negócios globais.

Outro exemplo de grande corporação aderente ao modelo de CVC é a Dexco, visto em Dexco (2021). A organização possui um fundo próprio de R\$ 100 milhões para investimentos em startups e scale-ups da construção, reforma e decoração. Recentemente, a empresa também lançou seu próprio programa de inovação aberta, o Open Dexco, visto em Dexco (2022). Segundo a organização, o foco é em desenvolvimento de negócios com startups que solucionem desafios de produção e logística de materiais. A plataforma Open Dexco pode ser vista na Figura 17 a seguir.

Figura 17 - Plataforma de inovação aberta Open Dexco



Fonte: Dexco (2022).

Mesmo com os exemplos de empresas focadas em inovação acima citados, é visto em Agarwal et al. (2016, apud DECHEN, 2020, p. 47) que essa estratégia não

é amplamente disseminada no setor, ao apontar que o setor da construção é o segundo pior na adoção de tecnologias digitais. É visto também em Deloitte (2020), ao realizar uma pesquisa com 241 corporações de diferentes negócios ligados à cadeia da construção, 41% alegaram não possuir uma estratégia de inovação definida e mais de um terço das participantes alegaram não alocar recursos financeiros em iniciativas de inovação.

É visto em Schwark (2006, apud DECHEN, 2020, p. 50) algumas explicações relativas à baixa adoção de inovação na construção civil, comparado com outros segmentos. O autor destaca:

- **Organização do setor:** o setor é formado por um grande número de pequenas empresas, o que dificulta o processo de inovação pela pouca condição financeira em investir em inovação.

- **Conjuntura do país:** A construção civil cumpre o papel social de incorporar os profissionais menos qualificados, o que dificulta o processo de inovação no canteiro, que depende de maiores qualificações e treinamento de equipe.

- **Cultura da indústria da construção civil:** A cultura de grande parte dos profissionais é a aceitação de que suas carreiras avançam de forma passiva, em função das experiências anteriores e das que se apresentam. Além disso, o autor destaca a abordagem orçamentária sobre as inovações, onde adota-se um pensamento de curto prazo e falham em considerar seus efeitos sobre melhorias no contexto geral da obra e no médio prazo.

Dechen (2020) também cita o contexto de os produtos da construção civil serem projetados para ter uma vida longa, o que leva a preferência por usufruir de técnicas já testadas e experimentadas.

Por fim, Osório (2017, apud DECHEN, 2020, p. 52) cita que a única forma que as empresas sérias buscam longevidade e resultado é inovando, e que nenhuma companhia conseguirá se destacar em um setor complexo como a construção civil sem resultados claros com os seus processos de inovação.

2.2.3 As startups com soluções voltadas para a construção civil

2.2.3.1 Cenário Brasileiro de Startups e Construtechs

É visto em Associação Brasileira de Startups (ABStartups) (2017) que startup é o estágio de vida de uma empresa, na qual uma equipe multidisciplinar busca desenvolver um produto/serviço inovador, de base tecnológica, que tenha um modelo de negócio facilmente replicado e possível de escalar sem aumento proporcional dos seus custos. O modelo ficou famoso após Ries (2011) ao publicar o livro *The Lean Startup* popularizar o conceito de startup como “uma instituição humana projetada para criar novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza”.

ABStartups (2017) salienta a necessidade de as startups possuírem flexibilidade e rapidez para crescer, em função da sua característica inovadora, do ambiente incerto e altamente competitivo. Devem possuir, também, estruturas enxutas, com equipes formadas por poucas pessoas, com flexibilidade e autonomia.

Segundo dados do StartupBase (STARTUPBASE, 2022), estão em operação no Brasil, em 2022, 21737 startups. Do total, 1,83% estão contabilizado como soluções voltadas para a construção civil. Os dois maiores setores com startups são o segmento de Educação e Financeiro, com 10,54% e 7,17%, respectivamente. O estado brasileiro que possui o maior registro no número de startups é São Paulo (4748 startups), seguido de Minas Gerais (1444 startups) e Rio Grande do Sul (1121 startups). Santa Catarina é o quinto maior estado com registro de startups, com 922 empresas.

Na construção civil, as startups que possuem soluções voltadas para este setor são chamadas de *Construtechs*. É visto em Loreto (2017) que *Construtechs* são startups de base tecnológica que atendem problemas da cadeia de valor da construção em um modelo de negócio escalável e repetível.

A cadeia de valor da construção civil é explicitada em Fundação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) (2022) e Loreto (2017) em quatro grandes grupos:

Extração: Atividade de beneficiamento para uso direto na construção e/ou composição na fabricação dos mais diversos itens de materiais da construção.

Indústria de Materiais: Transformação de insumos minerais e não minerais em produtos de maior valor agregado para serem utilizados na cadeia construtiva.

Comércios e serviços: Rede de distribuição e comercialização dos produtos beneficiados para pessoas físicas ou empresas dentro do contexto da obra.

Construção: Atividade de incorporação e construção de empreendimentos imobiliários ou atividade de construção pesada voltada à infraestrutura urbana.

Loreto (2017) ainda acrescenta ainda, a atividade de manutenção dos ativos imobiliários como parte da cadeia de valor e salienta a importância de enxergar o mercado de uma maneira transversal, para gerar valor ao longo de todo o ciclo da cadeia.

Loft (2021) mostra o conceito de *Proptech*, são startups que possuem soluções focadas no imóvel já pronto e acrescenta exemplos de atuação como em compra e venda de imóveis, aluguel, manutenção e comodidades.

A empresa de capital de risco *Terracotta Ventures* divulga anualmente o Mapa de *Construtechs* e *Proptechs* do Brasil (LORETO, 2021). O Mapa é lançado desde 2017 e reúne o maior mapeamento de startups do setor. É dividido em quatro grandes verticais: **projetos e viabilidade**, que engloba startups com soluções para a fase pré-obra; construção, que envolve as soluções em torno do ambiente de obra; **aquisição**, que envolve aplicações ao longo da jornada de compra, venda e locação de imóveis; e **propriedades em uso**, que envolvem soluções destinadas às edificações comerciais, industriais ou residenciais em uso (LORETO, 2021).

Segundo Terracotta Ventures (2022), em 2022 foram mapeadas 955 Construtechs e Proptechs, um salto de 277% em relação ao primeiro mapeamento e 13,82% em relação ao ano anterior. Do total, 43,12% das startups mapeadas localizam-se em São Paulo, 11,44% em Santa Catarina, e 10,45% no Paraná. Nesta edição, foi destacado o aumento do índice de startups que receberam investimento. Foram registradas 67 rodadas de investimentos em Construtechs e Proptechs, e R\$5,83 bilhões movimentados. As 67 rodadas registradas correspondem a um crescimento de 11,6% em relação ao ano anterior.

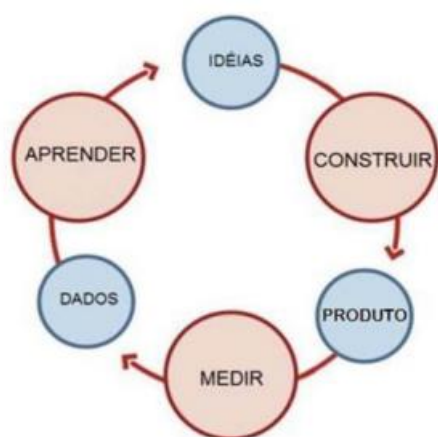
Loreto (2021) também dá luz a um tipo de startup que vem se tornando mais comum no ecossistema de Construtechs e Proptechs, as corporate-startups. Segundo o autor, são iniciativas criadas a partir de empresas tradicionais do segmento que buscam desenvolver novas soluções de negócio, as quais apostam na criação de startups como forma de validar novos modelos de negócio com potencial de alto crescimento e escalabilidade. Em 2021, foram mapeadas 18 corporate-startups.

2.2.3.2 Investimentos em Construtechs

Segundo Carrilo (2019) existem algumas fases que uma startup precisa percorrer até tornar-se uma empresa consolidada: Ideação, operação, tração e scale-up.

Ideação: Segundo Carrilo (2019) é o momento de validação de que o problema inicialmente analisado pelo empreendedor realmente existe, com objetivo de validar a startup para que o empreendedor comece a ter as primeiras respostas do mercado. Katayma (2010, apud FARIAS, 2016, p. 16) aponta a importância da utilização de hipóteses. Ao adotá-las, a ideia só será realmente útil se for validada pelos clientes potenciais da solução. Esse processo de validação é denominado ciclo de feedback, apresentado por Ries (2011), conforme Figura 18 a seguir.

Figura 18 - Ciclo de feedback



Fonte: Ries (2011).

Segundo Deitos (2021), ainda na fase de ideação, o empreendedor cria a sua primeira versão do produto, o MVP, mínimo produto viável, para poder testar seu produto/serviço no mercado e avaliar a aceitação.

Operação: É nesse estágio que a startup precisa encontrar o encaixe entre a solução proposta e o mercado consumidor (*product market fit*). Esse momento permite que a ideia se torne de fato um negócio, possibilitando o fechamento de novos contratos e definindo o melhor modelo de monetização (DEITOS, 2021).

Tração: O objetivo dessa fase é o crescimento da startup, mas sem perder a qualidade de entrega de valor. A tração é um passo importante para a startup virar uma empresa consolidada (STARTUPI, 2020). Nesse estágio, é preciso captar ainda mais clientes e manter o ritmo de crescimento, evitando que os custos para manter a

operação ultrapassem a receita. Aqui não é suficiente entender somente seus clientes, mas também os canais mais apropriados para atraí-los (*channel product fit*) (DEITOS 2021).

Scale-up: Para se tornar uma scale-up, a empresa tem que ter um crescimento de 20% em três anos consecutivos, seja em receita ou no número de colaboradores (CARRILO, 2019). Uma scale-up está no auge do seu desenvolvimento. A partir disso, ela pode se tornar um unicórnio, uma empresa de capital aberto e ser vendida também (STARTUPI, 2020).

Segundo Gereto (2019) cada grau de maturidade das startups possui um desafio principal a ser vencido, para ser possível chegar aos níveis superiores de maturidade. Além disso, durante os estágios iniciais, as startups tipicamente consomem caixa, isto é, ainda que sejam capazes de gerar receita, incorrem em elevados custos, tanto para fazer seu produto ou serviço serem conhecidos quanto na parte operacional, relacionada à contratação de pessoal e à locação de escritório (SARFATI, 2018, apud GERETO, 2019, p. 13).

Nesse contexto, os fundos de *Venture Capital* são essenciais para a sustentabilidade das startups. Segundo Gereto (2019), esses fundos financiam a operação das startups mediante expectativa de lucro ao desinvestimento. São investidores ativos que adicionam valor, e funcionam como agentes fiscalizadores dos resultados das startups.

Segundo Gereto (2019), o volume de recursos e o perfil de investidor captado em cada fase do negócio tende a variar. Em estágios iniciais, os *tickets* são menores e o tipo de investidor é o não institucional, como *friends and family*, até mesmo *bootstrapping* (dinheiro do próprio bolso do empreendedor). Uma vez que a startup tenha evoluído para estágios mais avançados, os tickets médios tendem a ser maiores, e os investidores passam a ser aceleradoras, investidores-anjo e fundos de VC.

Segundo ABStartups (2017), investimento-anjo é uma modalidade de investimento realizada por pessoas físicas com seu capital próprio em startups em fases iniciais, normalmente em fase de validação.

Ao longo de seu ciclo de investimentos, a startup pode receber uma ou mais rodadas de investimento até que seja realizado o desinvestimento. Tipicamente, o número de investidores, rodadas de investimentos, tickets médios e volume total de

recursos captados tendem a ser maiores em estágios mais avançados (GERETO, 2019).

Nos ciclos de investimento, durante a fase de ideação, o empreendedor procura validar a ideia de negócios perante o mercado. Já durante a fase de *pré-seed*, a startup busca desenvolver seu produto minimamente viável, um protótipo cuja aderência será testada junto ao mercado sucessivas vezes através de um processo de tentativa e erro (GERETO, 2019).

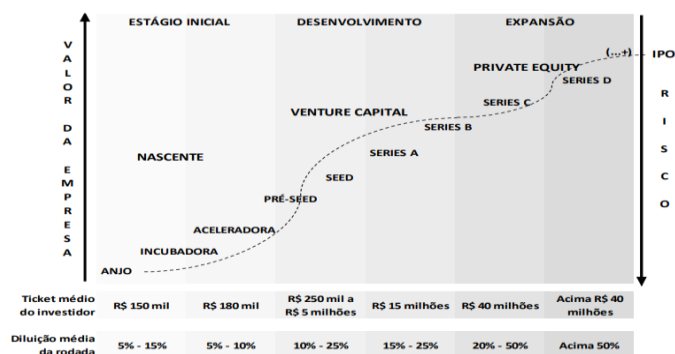
Após essa etapa, a startup evolui para a fase *seed*, em que busca escalar o negócio, aumentando sua base de clientes e apurando a consistência de seu modelo. Por fim, a startup atinge a fase *growth*, na qual o foco principal passa a ser o crescimento, atividades de marketing e manutenção da base de clientes (GERETO, 2019).

De acordo com Lar e Mina (2014, apud GERETO, 2019, p.17), VC's realizam investimentos nos estágios *seed*, *early stage* e *late stage*. O estágio *seed* compreende investimentos em empresas que ainda não estabeleceram por completo suas operações comerciais, podendo incluir o financiamento de atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos. Já *early stage* são investimentos destinados aos desenvolvimentos de produtos e início das atividades de marketing, manufatura e vendas. Por fim, *late stage* são investimentos em empresas com produtos ou serviços bem estabelecidos, mas que ainda podem gerar prejuízo. Rodadas de *late stage* são geralmente imediatamente anteriores ao desinvestimento via *Inicial Public Offering (IPO)* ou aquisição, apresentando menor risco.

Costa (2020) apresenta a sequência de investimentos em uma startup, de acordo com a .

Figura 19 a seguir.

Figura 19 - Estágio de investimento em uma startup



Fonte: Costa, 2020.

Na .

Figura 19 acima é possível verificar que quanto mais avançado o estágio da startup, maior tende a ser o seu valor de mercado e menor é o risco de morte do negócio. Além disso, os tickets aumentam de acordo com a classificação da rodada e com o objetivo de utilização do investimento pela empresa. Costa (2020) também apresenta o resumo da classificação de venture capital no Brasil, com foco em entender qual o objetivo de investimento para cada estágio de maturidade, conforme Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Classificação do objetivo de investimento por estágio de desenvolvimento

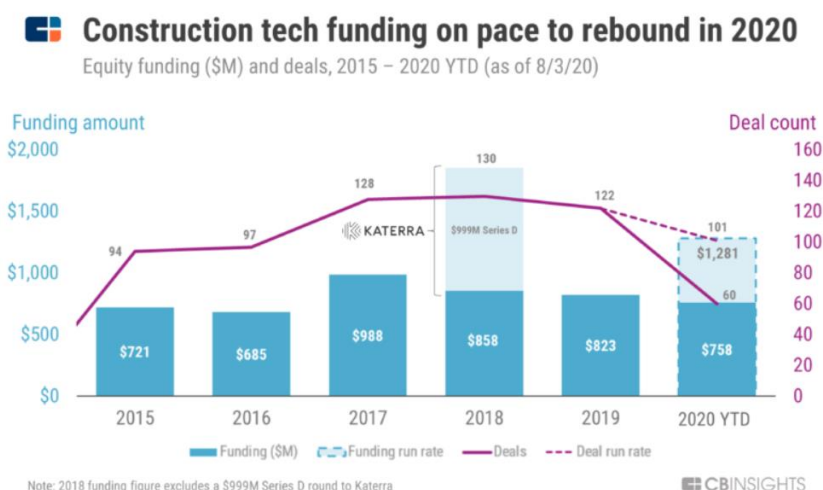
Estágio	Classificação		Perfil da Empresa
Estágio Inicial	Anjo		Investimento inicial feito para o desenvolvimento de uma ideia. É a fase do primeiro aporte de investimentos. Nessa fase se testam a tese do projeto. Empresas em fase pré-operacional. Testes iniciais em fase de incubação e aceleração. Os investidores podem ser desde pessoas físicas e empresas gestora de recursos próprios sem a necessidade de estar investidos num FIP.
	Incubadora		
	Aceleradora		
Desenvolvimento	Venture Capital	Pré-Seed	Empresas em fase de estruturação. Geralmente no primeiro ao segundo ano de funcionamento. Começa a introdução do produto e/ou serviço para comercialização. Iniciou a contratação de profissionais para colocar seu plano de negócios em prática. Fase das primeiras rodadas de investimento via fundos.
		Seed	
		Series A	Empresas com produtos e/ou serviços já testados comercialmente. Otimização da base de usuários e criação de novos produtos e/ou serviços. Direcionamento dos produtos para outros mercados além do inicial. Plano de negócios já voltado à geração de receita e lucros de longo prazo. Investidores são fundos de <i>Venture Capital</i> .
		Series B	Empresas que já atingiram a comercialização de forma plena. Aumento da capacidade produtiva. Os investimentos servem para escalar o negócio expandindo seu alcance de mercado, inclusive internacional. A empresa pode até adquirir outras empresas, visando aumento de <i>market share</i> . Os fundos a investir podem ser os mesmos do nível <i>series A</i> ou em alguns casos fundos de <i>Private Equity</i> .
Expansão	Private Equity	Series C	Empresas já com marca consolidada no mercado. A aquisição de novas empresas é prática usual nesse estágio. Acelerar ainda mais o crescimento até nacional e internacional. É investida por grandes fundos de <i>Venture Capital</i> , mas na sua maioria grandes fundos de <i>Private Equity</i> .
		Series D	Empresas preparadas para abrir capital no mercado nacional ou internacional (IPO). Os investidores são grandes fundos de <i>Private Equity</i> .

Fonte: Costa (2020).

No cenário de investimentos em *Construtechs* no Brasil, segundo Dechen (2021), foram realizados 18 deals em *Construtechs* brasileiras em 2021, no valor de R\$ 243 milhões em investimentos.

A níveis mundiais, Dechen (2021) mostra aportes dos últimos anos em *Construtechs* de todo o mundo, e analisa que os níveis de investimento ainda não chegaram a níveis crescentes ano a ano, conforme Figura 20 a seguir, ao mostrar valores investidos em *Construtechs* de 2015 ao primeiro trimestre de 2020.

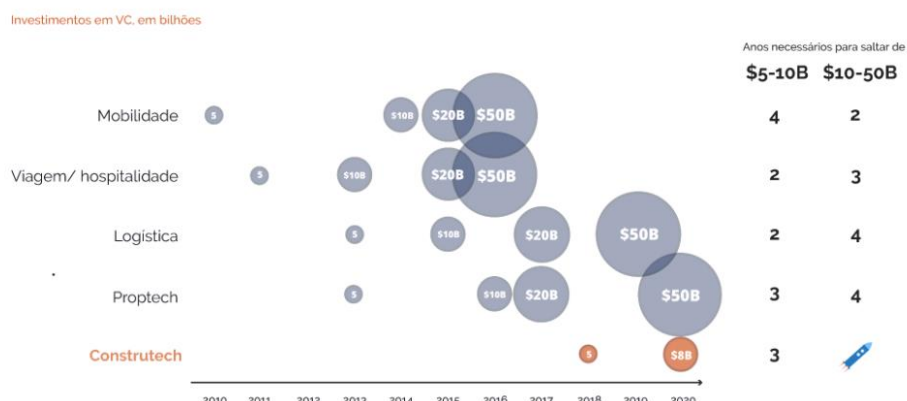
Figura 20 - Valores investidos em Construtechs de 2015 e 2020



Fonte: CBInsights, 2020, apud DECHEN, 2021.

Segundo o estudo, foram investidos em 2020 R\$ 1,4 bilhão, divididos em 158 rodadas. Outro fator relevante apresentado é o tempo médio que setores de startup levam para alcançar montantes de investimentos. Dechen (2021) mostra que normalmente leva-se de 5 a 7 anos para um setor sair de US\$ 5 bilhões para US\$ 50 bilhões de investimento. E ainda dentro deste intervalo, leva cerca de 2 a 4 anos para o setor sair de US\$ 5 bilhões para US\$ 10 bilhões e outros 2 a 4 anos para ir dos US\$ 10 bilhões até US\$ 50 bilhões. Como o setor da construção civil somou até 2020 R\$8 bilhões investidos, projeta-se que chegará aos R\$ 10 bilhões até 2023. A comparação de investimentos em Construtechs é comparado com outros setores na Figura 21 a seguir.

Figura 21 - Investimentos de VC nos diversos setores



Fonte: Dechen, 2021.

Observando a figura acima, é possível perceber que mesmo com os avanços nos últimos anos, os investimentos em Construtechs são consideravelmente mais recentes em relação a outros setores, como mobilidade, hospitalidade e logística. É possível inferir que o setor possui uma maturidade menor em relação aos setores citados, em valores investidos, e que levará de 2 a 4 anos até chegar no patamar que outros setores já estão hoje.

2.4 HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO MODULAR OFFSITE

2.4.1 Industrialização e Racionalização na Construção

Rosso (1980, apud RIBEIRO, 2002), mostra que o conceito de industrialização se dá pela utilização de tecnologias que substituem a habilidade do artesanato pelo uso da máquina. Ribeiro (2002) traz o conceito de industrialização da construção como procedimentos baseados em componentes de fábrica, ou componentes construtivos funcionais, produzidos em série, a fim de tornar mais rápido o processo construtivo e reduzindo ao máximo as operações no canteiro de obra. O mesmo autor mostra que após o crescimento da revolução industrial, a construção passa a usar máquinas de toda espécie, mas que fica destinada principalmente a obras pesadas, do que para operações repetitivas.

Ribeiro (2002) também mostra o conceito de racionalização na construção civil, ao trazer que racionalizar a produção significa estudar os métodos de produção

a fim de reduzir o tempo de trabalho e reduzir os tempos de máquina, para conseguir a melhor produtividade e a melhor rentabilidade.

Moura e Sá (2013) também apresentam o conceito de racionalização, ao abordar que na construção, estuda os processos de transformação, fluxo e valor, visando ao aperfeiçoamento de determinada atividade. Ou seja, analisa um processo existente, apontando possíveis pontos fracos, suprimindo informações desnecessárias, eliminando tempos de espera, estoques intermediários e introduzindo melhorias, de forma eficiente, para acelerar a produção.

Segundo Ribeiro (2002), a racionalização é um fator importante para a industrialização, mas não essencial. É possível haver processos industriais mal organizados e com processos improdutivo.

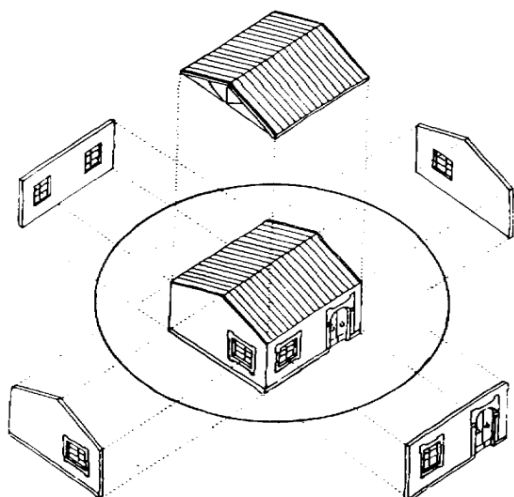
A importância da racionalização da construção vem sendo abordada com foco na sustentabilidade. Carneiro et al. (2001, apud MOURA E SÁ, 2013, p. 67) alerta para os altos índices de entulhos nas cidades provocados pela construção, ao afirmar que os resíduos obtidos através da construção, manutenção e demolição de casas e edifícios representam de 40% a 60% em massa do resíduo sólido das grandes cidades.

Moura e Sá (2013) mostram as principais causas dos altos índices de resíduos oriundos da construção, ao citar a influência devido a erros na concepção dos projetos, escolha de tipos de materiais que geram resíduos consideráveis no momento da execução dos serviços, desqualificação da mão-de-obra, deficiências no transporte de materiais até o local da obra e negligência na fiscalização.

Ribeiro (2002) mostra dois sistemas industriais de construção, considerando os aspectos operacionais:

Sistema industrial fechado: Projeta-se um determinado tipo de edificação para que cada elemento construtivo funcional possa ser produzido em série, em uma fábrica, e posteriormente montado, juntamente com os outros na obra (RIBEIRO, 2002). O sistema industrial fechado pode ser visto na Figura 22 a seguir.

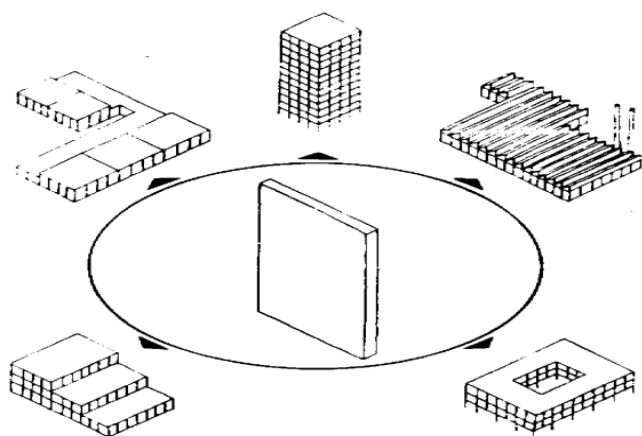
Figura 22 - Sistema industrial fechado



Fonte: Mandolesi (1981, apud RIBEIRO, 2002, p. 10).

Sistema industrial aberto: Se baseia no princípio de produzir elementos construtivos funcionais e polivalentes, suscetíveis de serem utilizados em organismos arquitetônicos de distintos tipos e categorias (MANDOLESI, 1981, apud RIBEIRO, 2002, p.2002). Pode ser concebido através de uma decomposição em partes do organismo arquitetônico, produzidas em série em uma fábrica, ou mediante a industrialização dos componentes, porém sem passar por um projeto preliminar de um tipo específico de edificação, como no caso do sistema fechado (RIBEIRO, 2002). O sistema aberto pode ser visto na Figura 23 a seguir.

Figura 23 - Sistema industrial aberto



Fonte: Mandolesi (1981, apud RIBEIRO, 2002, p. 10).

Ribeiro 2002 mostra as diferentes ocasiões em que cada sistema se aplica. O sistema industrial fechado é caracterizado pela exigência de se construir um número considerável de unidades do mesmo tipo para viabilizar sua concepção e desenvolvimento, limita a variedade de edificações que poderiam ser criadas devido às características únicas dos componentes e ser economicamente mais viável para utilização por meio de grandes empresas.

Já o sistema industrial aberto é caracterizado pelo autor como mais suscetível a adentrar em diferentes tipos de edificações, por ser componentes de uma parte da construção, dar mais liberdade arquitetônica no desenho da edificação final e permitir maior especialidade das empresas focadas em cada tipo de componente.

Jorge e Ravache (2021) salientam a necessidade de fortalecer o uso de sistemas construtivos industrializados que tenham como características um maior planejamento somado a estudos de viabilidade técnico-econômica e de logísticas mais precisos, além de melhores condições de trabalho e melhor desempenho ambiental.

2.4.2 Coordenação Modular

Baldauf (2004), em seu estudo sobre coordenação modular, cita uma publicação realizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) intitulada como “a síntese da coordenação modular”, definido como “a aplicação específica do método industrial por meio da qual se estabelece uma dependência recíproca entre produtos básicos (componentes), intermediários de séries e produtos finais (edifícios) mediante uso de uma unidade de medida comum, representada pelo módulo”. No mesmo estudo também é citada a NBR 5706 - Coordenação Modular da construção - procedimento, que define o conceito como “técnica que permite relacionar as medidas do projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência”.

Caseiro (2013) cita as vantagens da coordenação modular, ao destacar a facilidade no uso de técnicas pré-definidas e a padronização dos materiais e componentes, o que facilita a produção em série, evita quebras e substituições, permite o intercâmbio nacional e internacional das tecnologias de construção, a inovação de materiais, a simplificação e compatibilização de projetos e de operações de execução.

Bastos (2015) defende que coordenação modular vai além da simples coordenação dimensional. Para que funcione corretamente são necessárias filosofias de projeto, que possibilitem a construção racionalizada, a coordenação dimensional modular. Freire (2006, apud BASTOS, 2005, p. 25) demonstra esse conceito, ao definir como racionalizar as dimensões, considerando a sua relação com a edificação, para possibilitar a articulação dos componentes construtivos, sem cortes e ajustes, e utilizar um módulo como unidade medida.

Bastos (2015) ao longo de todo o seu estudo, se aprofunda nos usos da coordenação dimensional modular nas construções modulares, ao trazer o sistema modular de medidas, juntas modulares e diretrizes para o projeto modular.

Percebe-se que de acordo com os autores citados, a coordenação modular está diretamente interligada com o conceito de construções modulares, por abordar o conceito de módulo como unidade de referência e seus métodos de projeto. Destaca-se a criação das normas técnicas pertinentes a esse conceito, importantes para buscar a padronização e normatização de medidas dos materiais utilizados na construção civil, pontos que beneficiam o uso do método de construções modulares.

2.4.3 Construção Offsite e Construção Modular

No processo de estudo dos conceitos de construções modulares, foi visto algumas diferenças nas nomenclaturas utilizadas. Assim, é importante diferenciar o que é construção off-site e construção modular.

Gibb (1999, apud VASCONCELOS, 2018, p. 22) mostra que off-site é o processo de pré-fabricação ou montagem de unidades e módulos fora do canteiro de obras, que após sua finalização são transportadas para o canteiro, com o objetivo de gerar mais velocidade na execução dos serviços.

É visto em Bau (2021) os diferentes sistemas de produção, baseados em diferentes níveis de produção fora do canteiro, e que ajudam a entender o que é modelo offsite. O primeiro é a manufatura de componentes e pré-montagem, que são os métodos tradicionais construtivos, com toda a execução dos componentes da obra em canteiro.

O segundo é a pré-montagem não volumétrica, elementos 2D pré-fabricados fora do canteiro. Já o terceiro é pré-montagem volumétrica, volumes (elementos 3D) são produzidos fora e montados dentro do canteiro, tendo estrutura independente. Na

construção modular, último sistema dessa classificação, grande parte da produção é localizada fora do canteiro de obras, contando com módulos acabados e prontos para a instalação.

Dito isso, percebe-se que a construção offsite engloba diversos tipos de pré-fabricação de componentes da obra, cuja construção modular é o último sistema de produção e que possui mais componentes industrializados. Entender essa diferença é crucial para entender o significado de construções modulares e as diferentes formas de usufruir da pré-fabricação.

2.4.2 Definição de Construções Modulares

Segundo Bertram et al. (2019), a construção modular offsite envolve a produção de componentes padronizados de uma estrutura em uma fábrica externa e, em seguida, montá-los no local onde a construção ficará. Termos como “construção fora do local”, “pré-fabricação” e “construção modular” são usados de forma conjunta. Esses termos abrangem uma variedade de abordagens e sistemas diferentes, desde elementos únicos que são unidos usando conexões e interfaces padrão até unidades volumétricas 3D com acessórios completos. Segundo o mesmo autor, na construção modular, há uma mudança de paradigma, onde deixa-se de criar projetos, para a fabricação de produtos padronizados e escaláveis.

As construções modulares foram criadas inicialmente na Europa, e posteriormente foi bastante difundida nos Estados Unidos, Japão, Suécia e Austrália (JORGE e RAVACHE, 2020). Segundo Bertram et al. (2019), o método desfrutou de períodos de grandes demandas no pós-guerra no Reino Unido e nos Estados Unidos, quando existia a necessidade de reconstrução rápida de habitação social, quando as fábricas de guerra estavam vazias e quando havia escassez de aço e mão-de-obra. Mas sua popularidade diminuiu à medida que a oferta e a demanda começaram a se equilibrar nos Estados Unidos. O reaquecimento se deve às inovações tecnológicas dos últimos anos.

A construção modular é uma metodologia otimizada de construção civil que comporta várias técnicas, permitindo processos simultâneos durante sua evolução. São usadas matérias primas como vidro, concreto, aço/steel e frame, entre outras (JORGE e RAVACHE, 2020). Segundo Silveira (2021), as construções modulares

podem ser divididas em três classes principais: sistema em painéis (2D), sistema volumétrico (3D) e sistema híbrido (2D + 3D).

Sistema 2D: Segundo Tzourmakliotou (2021), é um sistema composto por painéis pré-fabricados, que normalmente saem da fábrica com os elementos estruturais e de isolamento já embutidos, com a possibilidade de já conterem portas e janelas previamente instaladas. Segundo Bertram et al. (2019), quando necessário, os painéis contêm os conduítes necessários para serviços como aquecimento, ventilação e encanamento, que podem ser conectados com conectores padrão posteriormente.

Usando este sistema de painéis, as partes das paredes, teto ou telhado podem ser construídas em uma fábrica e rapidamente montadas no local por uma equipe de construção experiente para formar o edifício completo (TZOURMAKLIOTOU, 2021). O sistema de painéis 2D pode ser visualizado na Figura 24 a seguir.

Figura 24 - Sistema 2D



Fonte: Módulo Sequência, 2021.

Sistema 3D: Segundo Tzourmakliotou (2021), é um sistema que envolve módulos tridimensionais que podem estar isolados ou em múltiplos para formar a estrutura final da construção projetada. Esses sistemas são unidades pré-projetadas e pré-montadas na fábrica que podem ser transportadas para o local e instaladas em um edifício existente ou incorporadas a um projeto de construção tradicional com quantidade limitada de trabalho no local (TZOURMAKLIOTOU, 2021).

Segundo Farmer et al. (2019), as soluções volumétricas 3D são unidades totalmente equipadas, que podem constituir uma sala, ou parte de uma sala, que pode ser montada no local como uma série de peças de Lego. Estão sendo desenvolvidos em madeira, aço ou concreto, sendo os dois primeiros materiais mais comuns devido ao peso e vantagens logísticas. A montagem no local envolve a colocação dos módulos no lugar e a conexão de serviços como eletricidade e encanamento. O sistema 3D pode ser visualizado na Figura 25 a seguir.

Figura 25 - Sistema 3D



Fonte: Oliveira (2019).

Sistema híbrido (2D + 3D): Segundo Tzourmakliotou (2021), é um sistema que engloba os dois sistemas acima citados e abrange as vantagens de ambos. Normalmente é utilizado o sistema volumétrico para as áreas molhadas e o sistema de painéis para os demais cômodos. Segundo Farmer et al. (2019), isso otimiza o processo para as duas áreas diferentes do edifício, trazendo melhorias de alta produtividade para as áreas de banho e máxima flexibilidade para todas as outras áreas.

Segundo Farmer et al. (2019), o sistema 2D é mais complexo do que montar módulos 3D e requer mais acabamento interno. No lado positivo, é mais fácil transportar painéis do que módulos 3D maiores. Uma abordagem volumétrica 3D oferece o potencial de máxima eficiência e economia de tempo, mas as desvantagens

incluem custos de transporte e limitações de tamanho. A economia de tempo no local precisa ser substancial para que os sistemas volumétricos sejam escolhidos em vez de painéis 2D (TZOURMAKLIOTOU, 2021).

2.4.3 Fabricação, materiais utilizados e exemplos de aplicação

Segundo Rodrigues (2021) as etapas de execução em construções modulares são: estudo e análise de viabilidade logística, desenvolvimento de projetos, fabricação dos módulos, preparo do terreno, transporte do módulo, montagem e instalação.

Rodrigues (2021) ainda destaca que o primeiro passo deve ser o estudo de viabilidade logística de entrega dos módulos. Nesta etapa é necessária a visita realizada pelo operador de logística, em que são identificadas as barreiras físicas de transporte, mobilização e instalação dos módulos. Segundo o autor, o processo é importante tanto para atender às necessidades do cliente como obedecer e contornar as limitações logísticas.

Da mesma forma que na construção convencional, são desenvolvidos os projetos de arquitetura, estrutural, elétrico, hidrossanitário, climatização e demais disciplinas complementares. A aprovação e o registro do projeto e a obtenção do Alvará de Construção deste tipo de edificação, nos órgãos pertinentes, seguem as mesmas regras, procedimentos e etapas de uma construção convencional, devendo seguir, também, as normas técnicas e legislações locais (RODRIGUES, 2021).

Segundo ABDI (2015), pelo fator inovador dos módulos utilizados no projeto, a documentação necessária para a análise da viabilidade prévia inclui informações sobre desempenho técnico, econômico e ambiental, documentos comprobatórios do atendimento aos requisitos da ABNT NBR 15575 ou Documento de Avaliação Técnica (DATec) emitido por uma Instituição Técnica Avaliadora (ITA), para garantir a viabilidade técnica do tipo de módulo utilizado no projeto.

Carvalho (2020) destaca a importância desses projetos serem preferencialmente realizados em BIM, para facilitar as modulações e compatibilização entre os múltiplos projetos. Merlo (2015) salienta que os projetos devem ser equacionados a formarem encaixes que serão montados no canteiro de obra, com a responsabilidade dos projetistas e construtores.

Segundo Rodrigues (2021), após a aprovação legal do projeto, a execução se divide em duas frentes: a frente *onsite* e *offsite*. Segundo o autor, a etapa de

construção *onsite* é realizada simultaneamente com a etapa *offsite* e consiste no preparo do terreno para receber os módulos, que serão produzidos na indústria. O foco de trabalho é no nivelamento do solo, nas fundações e plataformas de suporte dos módulos. Já na etapa *offsite*, estão sendo produzidos os módulos pela indústria com a realização de pintura industrial, revestimentos, pisos e acabamentos, realizados de acordo com os projetos.

Segundo Silveira (2021), no processo de fabricação, os módulos 3D em construção modular são concluídos de dentro para fora, de maneira oposta ao que é aplicado em uma construção convencional. Segundo Wilson (2020, apud SILVEIRA, 2021, p. 22), a “caixa” é montada, em seguida o objetivo é construir a parte interna, inserindo as instalações, pisos e divisórias e, por fim, o lado externo é concluído. A Figura 26 a seguir demonstra o processo de montagem em fábrica.

Figura 26 - Processo de montagem dos módulos



Fonte: Aiza, 2017.

Segundo Rodrigues (2021), a última etapa da construção modular consiste na montagem e instalação dos módulos. As unidades individuais são içadas e solidarizadas na fundação, com o auxílio de um guindaste, e montadas no lugar especificado pelo projeto. Conforme as unidades modulares são adicionadas, as equipes de montagem encaixam os blocos. A montagem dos módulos em obra pode ser verificada na Figura 27 a seguir.

Figura 27 - Instalações dos módulos em obra



Fonte: Tecnoframe, 2020.

Segundo Silveira (2021), os componentes volumétricos podem ou não ter função estrutural. Os módulos individuais podem ser acoplados a uma superestrutura já existente, ou a união das unidades compõem o edifício, sem a necessidade de outros componentes estruturais. Segundo o mesmo autor, os materiais selecionados para tal subsistema variam entre madeira maciça, aço, concreto, ou uma combinação desses. Estima-se que aço tem sido o predominante em um panorama internacional, porém nos Estados Unidos e Canadá, por exemplo, tem aumentado o estudo a respeito do uso de madeira maciça (DOERMAN, 2020, apud SILVEIRA, 2021, p. 19).

Outros autores destacam o uso de materiais com função estrutural na fabricação dos módulos. Lamounier et al. (2021), destaca o uso de *Light Steel Frame* na fabricação dos módulos, que são perfis de aço com função estrutural e preenchidos com placas de gesso acartonado. Vasconcelos (2018) traz o uso de *Wood Frame*, técnica semelhante à anteriormente citada, mas com a diferença de possuir como componente estrutural perfis de madeira reflorestada tratada. Bulltrade (2019) exemplifica o uso de SIP (Structural Insulated Panel), material estrutural composto por um núcleo isolante de Poliestireno Expandido (EPS) e revestido por duas chapas Oriented Strand Board (OSB).

Além dos materiais acima citados, França (2021) também cita o uso de concreto, seja na forma de perfis pré-moldados, na construção de paredes cruzadas ou em núcleos estruturais feitos em concreto. O autor também cita o uso de madeiras engenheiradas, como madeira laminada colada (“Glulam” glue-laminated timber) e a

madeira laminada cruzada (CLT cross-laminated timber), por terem resistência à compressão e serem capazes de conferir resistência estrutural e proteção contra incêndios. Santos (2017) mostra outra possibilidade de material, o uso de contêineres, que após saírem de uso da sua função inicial de transporte de produtos em portos, podem ser utilizados como componentes dos módulos na construção modular.

Como visto acima, existem diversas possibilidades de uso de materiais na fabricação dos módulos. Rodrigues (2021) mostra a liberdade de cada empresa ao escolher o melhor método, de acordo com o projeto e acesso a materiais. O autor destaca que, normalmente, cada empresa tem os seus módulos patenteados, o que confere ao produto características particulares, conforme o fornecedor.

Quanto aos tipos de construções mais indicadas para cada módulo, Bertram et al. (2019) destaca que os módulos 2D podem ser indicados para habitações unifamiliares de alto padrão, devido a maior liberdade arquitetônica, o modelo híbrido para escolas e prisões e os módulos 3D para edifícios e hotéis, para facilitar a replicabilidade dos módulos. A Figura 28 a seguir demonstra os diferentes tipos de aplicação de das construções modulares em diferentes empreendimentos.

Figura 28 - Diferentes empreendimentos e soluções indicadas



Fonte: Silveira (2021).

Estudos mais recentes, datados a partir de 2018, apontam para um avanço da industrialização em geral, sobretudo praticando a construção modular off-site. Neste mesmo ano, foram construídas cerca de 15000 novas casas modulares no Reino Unido, país no qual 40% dos construtores afirmam que tem investido em processos industriais para uso intensivo em um futuro próximo (BERTRAM et al, 2019, apud SILVEIRA, 2021, p. 12).

Mesmo com os números crescentes do uso no país, segundo Doermann et al. (2020) ainda há uma desconfiança pública por lá devido ao histórico acidente de um edifício construído por meio de construção modular. O acidente ocorreu em Londres, no edifício Ronan Point, de 22 andares, em 1968. Segundo o autor, o acidente ocorreu devido a falhas nos pisos dos módulos após uma explosão de gás, o que causou 4 mortos e 17 feridos. A situação do edifício após a explosão pode ser vista na Figura 29 a seguir.

Figura 29 - Edifício Ronan Point após colapso



Fonte: Pearson (2005, apud SILVEIRA, 2021, p. 12).

Segundo Doermann et al. (2020), embora a maior parte da construção modular existente seja de baixa elevação, existem vários edifícios modulares volumétricos de grande altura que foram concluídos. O autor cita o exemplo do edifício Clement Canopy, construído em Cingapura, construção conhecida como a mais alta construção modular do mundo, com 40 andares e 505 apartamentos residenciais. A construção levou 30 meses para ser totalmente finalizada. O edifício pode ser visto na Figura 30 a seguir.

Figura 30 - Edifício Clement Canopy



Fonte: Selva, 2019.

No Brasil, há alguns exemplos de aplicações de construções modulares. Conforme Estadão Conteúdo (2021), no Brasil foi construído o maior edifício de construção modular da América Latina. Localizado na cidade de Tubarão, o Edifício Level foi construído em 100 dias e possui 8 pavimentos, como pode ser visto na Figura 31 a seguir.

Figura 31 - Edifício Level



Fonte: Estadão Conteúdo (2021).

Segundo Fonseca (2020), as construções modulares também foram importantes na construção de hospitais de campanha no combate à pandemia do Coronavírus, que ocorreu de 2020 a 2022. Devido ao tempo de construção mais rápido em relação aos métodos construtivos convencionais, os hospitais feitos por meio de construções modulares serviram para desafogar os leitos de hospitais públicos.

2.4.4 Vantagens em relação a outros métodos construtivos

Por ser um método que envolve grande parte de sua execução em um espaço fabril, há algumas diferenças de desempenho do método de construções modulares em relação aos métodos construtivos mais convencionais.

2.4.4.1 Sustentabilidade

Segundo Doermann (2020) a redução de resíduos é um benefício significativo da construção modular. O autor cita um estudo de caso de um edifício de construção modular volumétrica de arranha-céus na Inglaterra, no qual a produção de resíduos foi de cerca de 5% do peso total da construção em comparação com uma média da indústria de cerca de 10 a 13%. Em comparação com os métodos de construção convencionais, onde quase nenhum resíduo é reciclado, aproximadamente 43% dos

resíduos criados durante o processo de fabricação modular são reciclados (DOERMANN, 2020).

Vasconcelos (2018) destaca os baixos índices de desperdício de materiais se justificam pelo fato dos componentes serem fabricados com as dimensões já previstas em projeto. Doermann (2020) também dá destaque à diminuição do impacto na localidade da futura habitação, ao exemplificar que reduz a perturbação do local, diminui a poluição sonora, pois requer menos trabalhadores e recursos no local, como andaimes, guindastes e chegada de materiais de construção. Segundo o mesmo autor, a construção modular também pode resultar em uma redução de até 70% no número de visitas ao local por veículos de entrega, o que diminui gastos com transporte e emissão de gases poluentes.

2.4.4.2 Produtividade e custo da construção

Segundo Doermann (2020), a construção modular pode ser finalizada mais rápido e com custos menores de construção, com alguns projetos podendo chegar a uma economia de até 20%.

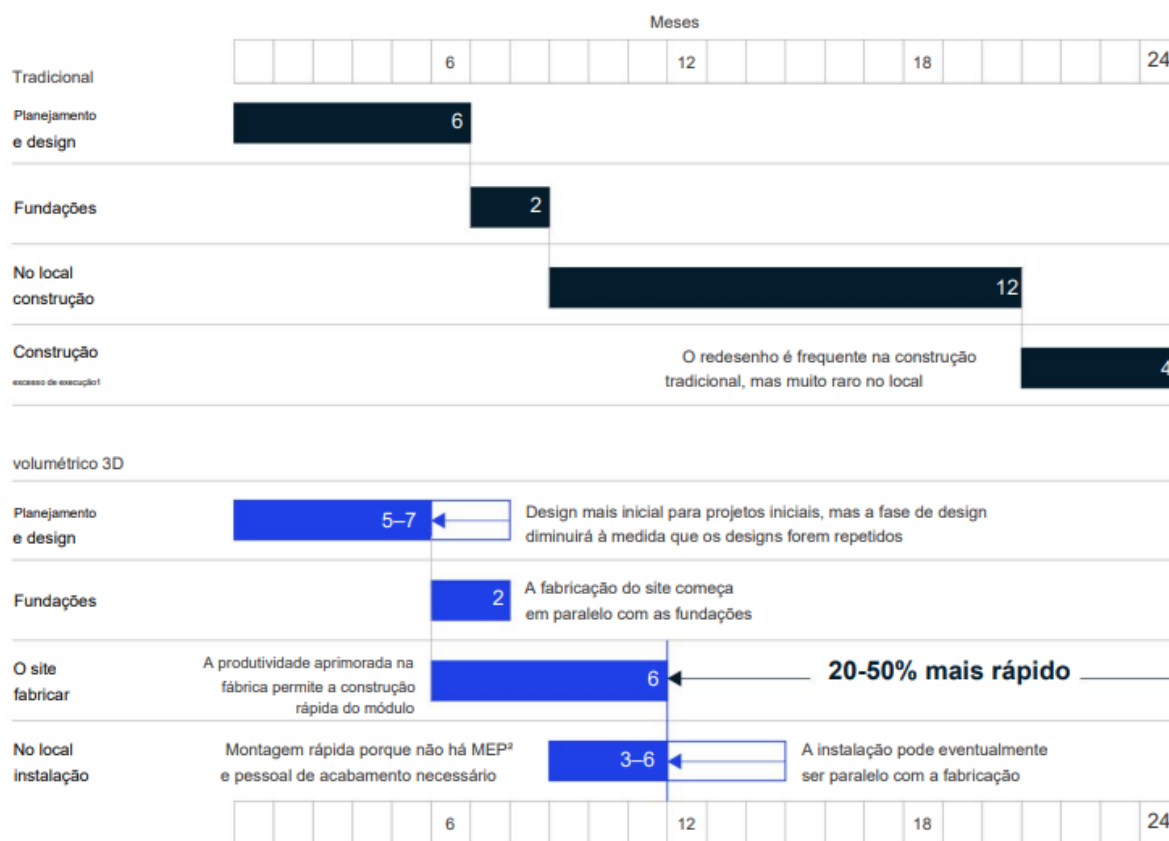
Bertram et al. (2019) em seu estudo compara custos de construção de uma unidade habitacional de 4 pavimentos em construção modular, e concluiu que a solução 2D poderia ser 17% mais barata que uma abordagem tradicional, enquanto uma solução híbrida 2D e 3D reduz os custos em 20% e uma solução 3D em 24%.

Bertram et al. (2019) também destaca que pelas diferenças de execução ao longo do processo fabril, há também a diminuição no prazo final da obra. O autor identifica que os projetistas estão procurando formas de otimizar a fase de projeto, criando bibliotecas padronizadas de módulos para o processo de fabricação, para acelerar e simplificar por meio de design automatizado, o que reduzirá o período de design das unidades.

Além disso, Bertram et al. (2019) salienta as vantagens da frente *onsite* ser executada de forma concomitante à frente *offsite*. Segundo o autor, o processo de fabricação *offsite* é mais rápido do que o equivalente processo de construção no local, o que se deve ao ambiente de fábrica ser fechado e controlado, com frentes de serviços repetidas e com turnos organizados. Ao final da obra, mesmo com o tempo de encaixe dos módulos acabados em obra, o autor sugere uma redução do prazo de término de obra de 20% a 50% em relação aos métodos convencionais. A Figura 32

a seguir demonstra uma comparação de duração da construção de um projeto de apartamento em construção modular volumétrico 3D, em comparação a métodos tradicionais.

Figura 32 - Comparação de prazo de execução de um edifício de construção modular em relação a métodos tradicionais



Fonte: Adaptado de Bertram et al. (2019).

2.4.4.3 Segurança do trabalho

Segundo Doermann (2020), estima-se que na maioria dos projetos de construção modular, até 80% da atividade laboral pode ser deslocada para fora do local para ambientes controlados, o que aumenta a segurança no local de trabalho, experimentam condições menos perigosas ao construir módulos em uma fábrica, incluindo menos exposição a condições climáticas extremas, redução de ruído e melhor qualidade do ar.

Segundo Bertram et al. (2019), o ambiente seguro de uma fábrica reduz o risco de acidentes de construção, pois permite uma melhor coordenação, com menos

O autor indica que a escassez de mão-de-obra e a incapacidade de acompanhar a demanda se destacam como os fatores mais decisivos. Uma oferta limitada de mão-de-obra qualificada, que ocasionam o aumento de custos e escassez de funcionários, pode ser um fator que motive a incorporação das construções modulares. Por outro lado, o autor também salienta que a mudança da construção para a fábrica requer um investimento significativo nas instalações de fabricação e as empresas só farão esse investimento quando tiverem segurança de que há um sólido pipeline de projetos para manter a instalação funcionando a longo prazo.

Rodrigues (2021) destaca os desafios logísticos no transporte dos módulos, devido às suas dimensões. Caso os módulos possuam 2,6m a 3,2m de altura, é necessário que tenham uma Autorização Especial de Trânsito (AET). Caso a dimensão dos módulos supere os 3,2 m até os 4m, além da AET, é necessário que a logística de transporte seja acompanhada por batedores ou uma escolta. Esta regra também se aplica caso o módulo tenha mais de 15m de comprimento.

Outro fator importante considerado como barreira são as longas distâncias entre a fábrica e o local da obra. Azari et al. (2013, apud CARVALHO, 2020, p. 70) indica que a construção modular possui um preço competitivo com distâncias inferiores a 200 km de distância. Não há impedimentos para trajetos superiores a essa distância, mas os custos da operação logística são muito elevados, o que pode dificultar a execução do projeto.

Doermann (2020) destaca os desafios da cadeia de suprimentos que envolve as construções modulares. A depender do mercado, localização da obra e disponibilização de materiais, os módulos podem ser fabricados em um local e posteriormente serem finalizados em outros, o que torna o processo de fabricação e logística mais complexo. A certificação e as inspeções de fábrica precisarão ser realizadas em cada instalação e o transporte e a logística entre as fábricas e o local de construção precisam ser considerados. Bertram et al (2019) destaca que a inspeção dos materiais deve ser mais rigorosa, devido ao fato de que diversos materiais serão manipulados por maquinários, não mais somente por funcionários.

Doermann (2020) enfatiza que a comunicação na fase de projeto entre cliente, fabricantes, transportadoras e órgãos reguladores é essencial, pois podem ocorrer custos imprevistos. O autor defende um controle e visibilidade de toda a cadeia de

suprimentos, a fim de ter acompanhamento em tempo real das localizações de matéria prima e módulos em fabricação.

Rodrigues (2021) traz o desafio cultural para a implementação das construções modulares. O autor destaca que ainda há diversos preconceitos, tanto por clientes quanto por profissionais, questionando características construtivas como os isolamentos, a resistência, o conforto, design, e até mesmo a possibilidade real de uma construção segura feita em construção modular.

Bertram et al. (2019) demonstra as diferenças de financiamento de construções modulares em relação aos métodos tradicionais. Segundo o autor, as taxas de empréstimo para construções *offsite* tendem a ser mais altas, por ser um conceito novo e pouco entendido pelo setor de financiamentos. Além disso, devido ao fato do tempo de execução do projeto ser menor em relação aos outros métodos, o prazo de financiamento é encurtado, o que aumenta os pagamentos iniciais dos projetos.

2.4.5 Mercado de construções modulares brasileiro e mundial

Como dito por Bertram et al. (2019), os principais fatores que colocam a construção modular como um método atrativo em algum mercado é a demanda de novas moradias, disponibilidade de mão-de-obra e conseqüente aumento de seus custos. Segundo Terracotta (2020), especialmente em países onde o custo da mão de obra é elevado, este é um fator determinante para a escolha do sistema construtivo devido a sua alta representatividade nos custos totais da construção. Já relacionado ao déficit habitacional, este fator está relacionado à demanda a longo prazo que justifique os investimentos no desenvolvimento de fábricas dos módulos.

Terracotta (2020) baseado em Bertram et al. (2019) elaborou um diagrama que relaciona os custos com mão-de-obra e o déficit habitacional de diversos países para analisar os mercados com maior potencial de crescimento da técnica de construção modular. A Figura 34 abaixo exemplifica a comparação.

investimentos. O maior round registrado foi com a startup Katerra, dos Estados Unidos, que captou mais de US\$ 1,3 bilhões.

Terracotta (2020) também cita que foi a partir de 2015 que os números de negócios investidos cresceram consideravelmente, crescendo 114% em relação a 2014, e continuaram mantendo bons números nos anos seguintes, de 17 a 21 rounds. A Figura 35 a seguir demonstra os números de investimentos ano a ano.

Figura 35 - Dados de investimentos em startups de construção modular a nível mundial

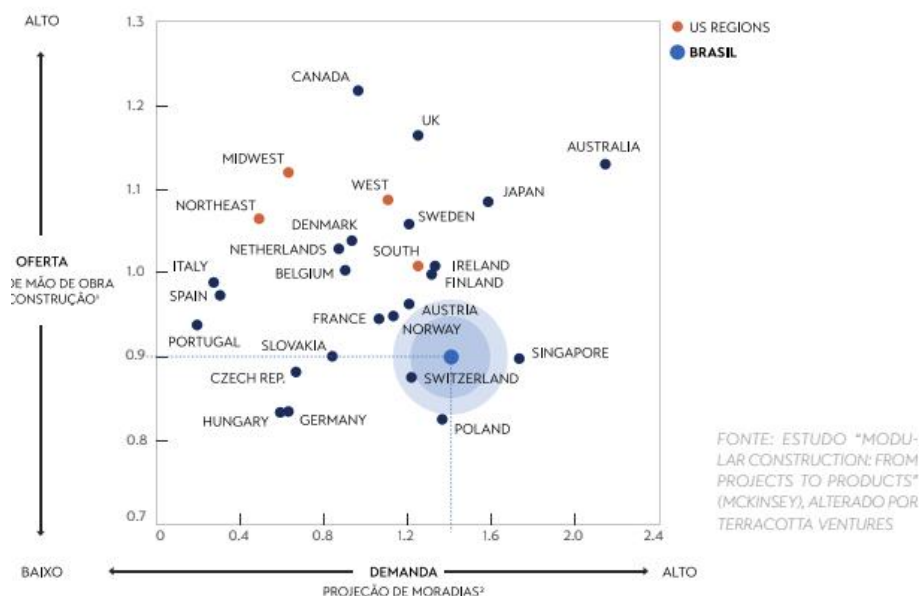


Fonte: Terracotta (2020).

Segundo Terracotta (2020), O levantamento Modular Construction Market, da Markets and Markets projeta um CAGR (taxa de crescimento anual) de 5,75% para o mercado de construção modular global entre 2020 e 2025, e projetou o Brasil como um dos mercados mais promissores. Outro estudo citado pelo autor, da Maximize Market Research coloca a Ásia no foco do crescimento mundial da construção modular devido à capacidade de atender rapidamente à crescente demanda da região. Além disso, projeta-se que a Europa e os Estados Unidos juntos possuam um mercado de construção modular de R\$ 130 bilhões, em 2030.

Terracotta (2020) ao analisar o potencial de crescimento de construção modular no Brasil, procurou posicionar o país nas variáveis de demanda por moradia e disponibilidade de mão-de-obra, conforme a Figura a seguir.

Figura 36 - Posicionamento do Brasil comparado a outros mercados



Fonte: Terracotta (2020).

O estudo apontou que em relação à demanda de novas moradias, o Brasil está à frente de Reino Unido e região Oeste dos Estados Unidos. Em relação a mão-de-obra, comparando com outros países mais desenvolvidos, o custo ainda é uma barreira. Entretanto, o estudo atenta que, especialmente nos grandes centros, os salários da mão-de-obra de construção estão em elevação.

Segundo Terracotta (2020) outro fator que pode barrar o crescimento da construção modular é a tributação. O estudo cita que enquanto produtos industrializados pagam de 15 a 23% de Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI) e Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), na construção, a incidência da tributação é concentrada sobre a mão de obra com alíquotas que vão de 2 a 5%, referentes ao Imposto sobre Serviços (ISS).

Terracotta (2020) conclui que no Brasil, os empreendedores devem entender onde aplicar a construção modular e analisar a necessidade de seus clientes que estão buscando resolver, com foco no negócio e não somente nos aspectos técnicos de aplicação da construção modular.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo tem como objetivo detalhar os passos utilizados no desenvolvimento da pesquisa para o alcance dos seus objetivos. O capítulo divide-se em: estrutura metodológica e procedimentos metodológicos.

3.1 ESTRUTURA METODOLÓGICA

Segundo Ruiz (1985), a pesquisa científica é a realização de uma investigação planejada, redigida e desenvolvida de acordo com as normas validadas pela ciência. Proetti (2017), complementa que os conhecimentos científicos são obtidos por procedimentos metodológicos que permitem a busca, análise, interpretação e entendimento dos fatos e fenômenos. Gil (2002) salienta a importância de classificar a pesquisa com base nos objetivos gerais da pesquisa.

Dessa forma, para o presente trabalho busca-se responder à pergunta central da pesquisa, apresentada na introdução deste documento. Foi realizada a classificação da pesquisa com base nas classificações obtidas em Oliveira e Giraldi (2020), que é demonstrada no Quadro 1 a seguir.

Quadro 3 - Tipos de pesquisa

(continua)

1. Quanto a utilização dos resultados	Pesquisa pura; Pesquisa aplicada;
2. Quanto a natureza do método	Qualitativa; Quantitativa;
3. Quanto aos fins	Exploratória; Descritiva; Explicativa; Intervencionista;
4. Quanto aos meios	Pesquisa de campo; De laboratório; Documental; Bibliográfica; Experimental; Ex post facto; Participante;

Quadro 4 - Tipos de pesquisa

(conclusão)

	Pesquisa ação; Levantamento (survey); Estudo de caso;
--	---

Fonte: Oliveira e Giraldi (2020).

Quanto à utilização de resultados, a pesquisa é do tipo pura e aplicada. Segundo Oliveira e Giraldi (2020), a pesquisa pura visa resolver problemas e possui natureza teórica, já a aplicada possui ênfase prática na solução de problemas. Os autores salientam que as duas formas não são excludentes, mas sim complementares. Na presente pesquisa, será utilizado da teoria relativa ao tema para servir de embasamento teórico e entendimento sobre o contexto, com o complemento prático de como os fatores se aplicam na realidade.

A natureza do método é quantitativa e qualitativa. É visto em Oliveira e Giraldi (2020) que o método quantitativo usa de fatores estatísticos para a explicação e verificação de fenômenos, enquanto o método qualitativo busca entender o fenômeno de acordo com as perspectivas dos participantes, e procura responder motivos e relações de causa e efeito nos contextos apresentados. Na presente pesquisa, são utilizados de fatores quantitativos e qualitativos, visando a análise de dados estatísticos para a análise dos fenômenos e de fatores qualitativos que influenciam nos resultados coletados, visando uma abrangência mais completa da realidade.

Quanto aos fins, a pesquisa é descritiva e explicativa. É visto em Oliveira e Giraldi (2020) que pesquisa descritiva tem o objetivo de caracterizar algo que já existe um conhecimento prévio sobre o assunto, e a exploratória visa esclarecer quais os fatores que influenciam na ocorrência de determinado fenômeno. Nesse sentido, a presente pesquisa se utiliza de fins descritivos, visando descrever e detalhar acerca do tema abordado, com a complementação do fim exploratório, com o objetivo de investigar os fatores que influenciam nos resultados coletados ao longo da pesquisa.

Em relação aos meios, a pesquisa é bibliográfica e de levantamento (survey). Segundo Oliveira e Giraldi (2020), a pesquisa bibliográfica busca explicar um problema a partir de referências já publicadas e o levantamento visa colher informações diretamente das fontes, utilizando-se de ferramentas para a captação de

respostas e posterior análise quantitativa. Nesse sentido, a presente pesquisa utiliza de meios bibliográficos visando o embasamento teórico do tema, além do levantamento para a coleta direta com os envolvidos no contexto anteriormente estudado, a partir de uma amostra estabelecida.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são expostos os procedimentos metodológicos utilizados para a realização da presente pesquisa. Conforme visto no item 3.1, a pesquisa é caracterizada como um misto de pesquisa pura e aplicada, com natureza quantitativa e qualitativa, com fins descritivos, por meio de pesquisa bibliográfica e de levantamento.

Com base na pergunta norteadora da pesquisa, foi definido uma estrutura de tópicos que visasse referenciar e embasar acerca dos assuntos tratados ao longo do diagnóstico e análise do trabalho, citando elementos de três temas macro: histórico e características da construção civil, panorama de inovação no setor e construções modulares. Para este embasamento, utilizou-se de bibliografia já existente em fontes obtidas no google acadêmico, dando foco a outros Trabalhos de Conclusão de Curso, Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado. Também, utilizou-se de bibliografias construídas por especialistas de mercado e empresas vinculadas ao tema, a depender do objetivo do conteúdo bibliográfico.

Ao longo da revisão bibliográfica, o autor percebeu que havia algumas observações relativas à pergunta central da pesquisa que só seriam sanadas após as análises. Em virtude disso, para complementar o processo de análise dos dados, foi acrescentado o método hipotético-dedutivo a esta pesquisa, para procurar aferir ou não as hipóteses levantadas após o levantamento bibliográfico. Para Popper (1975), o método hipotético-dedutivo baseia-se em perceber problemas, contradições ou lacunas no conhecimento prévio e pesquisas existentes, e a partir deles desenvolver hipóteses para serem testadas. Segundo Ruiz (2017), hipóteses são enunciados de solução estabelecida provisoriamente como explicativa de um problema qualquer.

Nesse sentido, foram criadas cinco hipóteses que seriam validadas ou não pelas análises quantitativas e qualitativas dos dados coletados. As mesmas estão descritas no capítulo 1, após a apresentação dos objetivos da pesquisa.

Tendo em vista a oportunidade do autor em realizar o estágio-obrigatório em uma gestora de fundo de venture capital, foi utilizado de sua base de dados para escolher o público-foco da pesquisa. O público-foco escolhido foi: startup com sede no Brasil; que possui alguma comprovação de que está em atividade, tendo site, LinkedIn, ou Instagram próprio; e definida pela base de dados possuindo soluções de construções modulares. Por escolha do autor, foram acrescentadas startups que não possuem soluções focadas em construções modulares, mas que utilizam desta técnica para gerar valor aos seus clientes. Com isso, o público escolhido contemplou uma abrangência de trinta e três empresas.

Quanto ao instrumento de pesquisa, utilizou-se da base de dados da gestora de venture capital, para a obtenção de dados públicos (site, ano de fundação e nome do profissional fundador) e classificação quanto ao estágio de investimento de cada uma das empresas.

Ainda, foram realizadas coletas de informações com o público escolhido por meio de formulário e entrevista individual, para obter informações diretamente com os empreendedores e possibilitar as análises quantitativas e qualitativas acerca da pergunta central da pesquisa. Foram obtidos outros dados nos perfis profissionais dos fundadores das startups, na rede social LinkedIn, de forma a complementar as análises da pesquisa quanto à formação profissional dos mesmos.

Para o primeiro contato com empreendedores ligados ao público-alvo, utilizou-se de três canais de comunicação, a depender da disponibilidade de contato com cada profissional: e-mail, WhatsApp ou LinkedIn.

Para o alcance do objetivo “c”, “comparar o posicionamento das Construtechs brasileiras com foco em construções modulares em relação ao mercado internacional”, utilizou-se de bibliografia de especialistas de mercado, a fim de identificar algumas semelhanças e diferenças entre os dois mercados.

Os dados coletados sobre as startups brasileiras foram condensados em uma planilha de *Excel*, de forma a facilitar a análise quantitativa e a correlação dos dados. Ao fim de cada entrevista com o empreendedor, as informações foram condensadas em um documento, para garantir o registro de todas as informações e permitir análise posterior. As análises quantitativas foram condensadas em gráficos, que posteriormente foram repassadas à plataforma *Miro*. Nela, o autor utilizou de ferramentas visuais para analisar todos os gráficos em conjunto e registrar as observações que foram possíveis a partir desta ação.

Posteriormente, os resultados foram condensados na presente pesquisa, de forma a permitir o alcance do objetivo geral e objetivos específicos. Ainda, ocorreu a validação ou invalidação das hipóteses criadas, de acordo com os resultados obtidos na coleta.

De forma a condensar as análises e relacionar com as informações obtidas na revisão bibliográfica, o autor optou pelo uso da Matriz SWOT. É visto em Silva et al. (2011), que a matriz foi criada por Kenneth Andrews e Roland Cristensen, professores da Harvard Business School, e possui o objetivo de estudar a competitividade de uma organização segundo quatro variáveis: Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças). Segundo o mesmo autor, a partir das quatro variáveis é possível elencar as forças e fraquezas da empresa, das oportunidades e ameaças do meio em que a organização atua.

Silva et al. (2011) também afirmam que a metodologia ganhou rápido uso por parte dos acadêmicos, e segundo Fernandes (2012), também no meio empresarial, devido a capacidade de demonstrar aos executivos a posição da organização frente a um cenário e permitir um diagnóstico seguro e sistemático.

Devido às características acima mencionadas, o autor fez uso da matriz SWOT, analisando todo o público-alvo da pesquisa em conjunto. Foi feita uma análise macro dos pontos fortes e fracos das empresas, por meio das análises e conclusões levantadas, e as oportunidades e ameaças, de acordo com os estudos levantados na revisão bibliográfica.

A Figura 37 a seguir apresenta o procedimento metodológico escolhido para a realização deste trabalho.

Figura 37 - Fluxograma da pesquisa



Fonte: o autor.

4 DIAGNÓSTICO

O presente capítulo apresenta os resultados alcançados a partir da pesquisa descrita na metodologia, realizada nas três fontes de busca: formulário, entrevista individual e banco de dados da empresa de Venture Capital. Somando os três formatos de busca, analisou-se informações de trinta e três empresas.

Neste capítulo serão analisadas as localizações das startups e ano de fundação, materiais utilizados, nicho de mercado e proposta de valor, formação e preparo dos fundadores, nível de maturidade organizacional e comparações com o mercado internacional. As startups brasileiras mapeadas estão listadas no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 - Startups de construção modular mapeadas

Aratau Modular	Melbourne
Blessed Modular	Minimod
Brasil ao Cubo	Modhus
Capsu	Modoolar
Conceptha	Modularis Offsite
Contain[it]	Modulife
Cubicset	Mora Rocks
Cubicon	Moreco
Cubits	Nano1
d.Modulo	Noah
Domodular	OAK
Goclic	Parkside
Immergrum	PELE
K.bana	Tecverde
Logboxx	Tinylife
Mehta	Umbria Modular

Fonte: do autor.

4.1 ANOS DE FUNDAÇÃO

O ano de fundação das startups foi analisada com o objetivo de buscar entender padrões entre si e em relação ao ecossistema de Construtechs. A Figura 38 a seguir apresenta o resultado obtido.

Figura 38 - Ano de fundação das startups



Fonte: o autor.

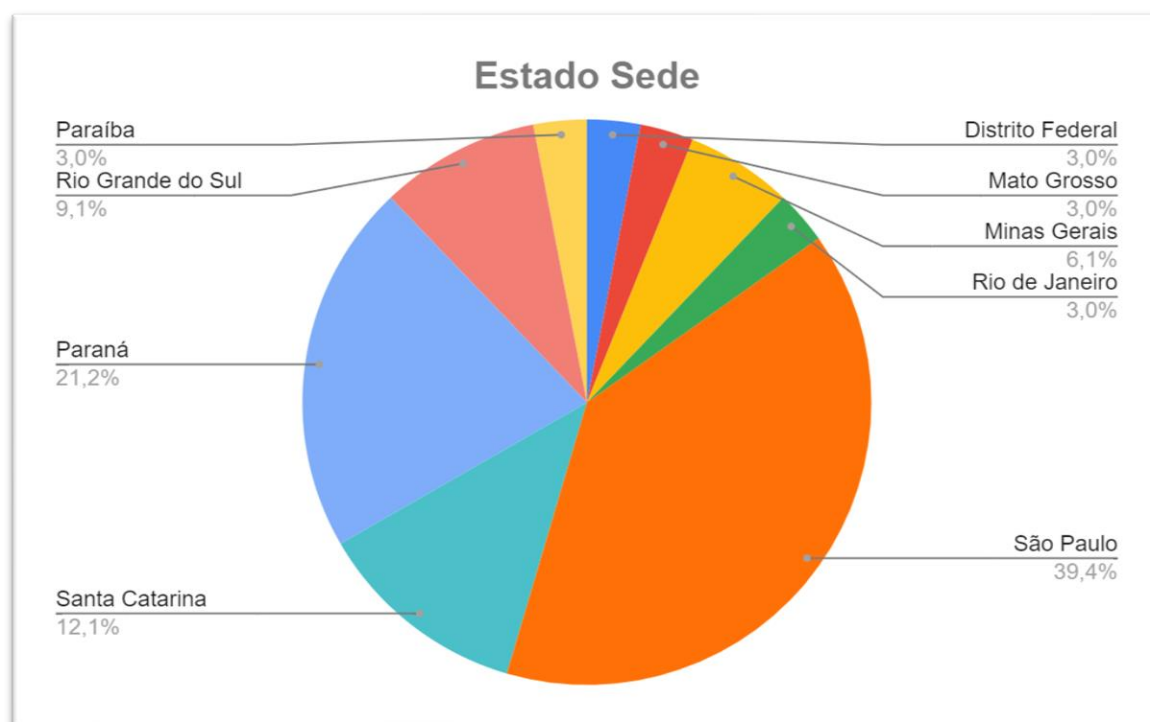
É possível perceber um aumento considerável de fundações de startups a partir de 2018, número que quase supera a soma dos anos anteriores e demonstra um crescimento de seis vezes em relação ao ano anterior. Ainda, é possível perceber que o número de fundações praticamente se mantém constante nos dois anos seguintes. Comparando com todo o ecossistema de Proptechs e Construtechs, o crescimento do ecossistema de startups entre 2017 e 2018 teve um aumento de 40% e entre 2018 e 2019 um aumento de 62% (TERRACOTTA VENTURES, 2021).

Nesse contexto, é possível inferir que o crescimento do ecossistema de Construtechs e Proptechs tenha influenciado empreendedores a olharem para a construção civil sob a ótica de como propor novas inovações ao setor, visando melhorar seus indicadores de desempenho e propondo novos métodos construtivos, e assim fundando startups que utilizavam da técnica de construção modular, de acordo com sua experiência e objetivos de negócio.

4.2 LOCALIZAÇÃO DAS STARTUPS

Como visto nos capítulos anteriores, a localização das startups é um fator estratégico para o andamento do negócio. Com isso, buscou-se verificar quais os estados-sede das startups, para entender possíveis motivos para tal. A Figura 39 a seguir mostra a localização das empresas por Estado.

Figura 39 - Estados-sede das startups



Fonte: o autor.

No gráfico anterior é possível perceber que São Paulo contempla o maior número de empresas, seguidos de Santa Catarina e Paraná. O maior número de empresas em São Paulo acompanha o que já se percebe em todo o ecossistema de Construtechs e Proptechs. Segundo Terracotta Ventures (2022), das 955 startups mapeadas em 2022, 43,12% localizam-se em São Paulo. Além disso, o Estado se destaca nos índices de todo o setor, ao ser visto no Relatório da Pesquisa Anual da Indústria da Construção, promovido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2019), que São Paulo foi o Estado líder em Valor das Incorporações, Obras e/ou Serviços da Construção. O Estado lidera também em número de empresas e número de profissionais atuantes no setor. Com isso, é possível inferir que o Estado

reúne condições potenciais para a instalação de startups de construção modular, pois o grande número de startups na região pode facilitar a abertura para novos negócios e os altos índices do setor no estado podem proporcionar escala para a construção de empreendimentos realizados em construção modular, além da instalação de fábricas para a fabricação dos módulos.

Santa Catarina, por sua vez, apresenta o segundo maior número de Construtechs e Proptechs, com 11,44% de todo o ecossistema do país (TERRACOTTA VENTURES, 2021). Ainda é visto um avanço do Estado na participação do Estado no Ranking Nacional da Construção Civil (DIARINHO, 2021), ao aumentar em R\$1 bilhão no índice de Valor das Incorporações, Obras e/ou Serviços da Construção, de 2018 para 2019, um avanço na participação nacional. Nesse sentido, é possível inferir que o ambiente de inovação na construção civil e o crescimento do setor no Estado podem servir de incentivo para empreendedores em adotar a técnica de construção modular em suas soluções.

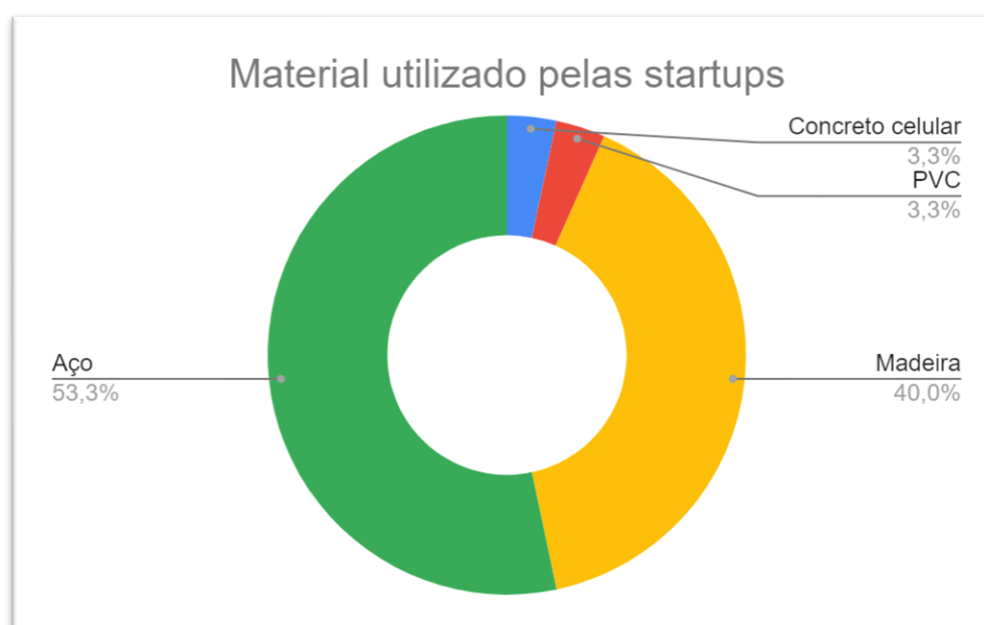
O Estado do Paraná, por sua vez, também se destaca no Relatório da Pesquisa Anual da Indústria da Construção, promovido pelo IBGE (2019), ao ocupar a quarta colocação no ranking de Valor das Incorporações, Obras e/ou Serviços da Construção. Além disso, segundo Terracotta Ventures (2022), o Estado possui 10,45% de todo o ecossistema de Construtechs e Proptechs, o terceiro maior do país. Outro viés relevante é relacionado à indústria de madeira no Estado. É visto em G1 PR (2021), que o Estado do Paraná é um dos líderes da produção madeireira no Brasil, mercado que movimentou mais de R\$1 bilhão somente por lá. Fantin (2022) também destaca o aumento de exportações de madeira fabricadas no Paraná para a construção civil nos Estados Unidos, representando um aumento de 47,6% em relação ao ano anterior. Dentro do contexto apresentado, pode inferir-se que o Estado do Paraná pode ser uma alternativa para empreendedores que desejam instalar-se não só pelos bons índices de desempenho da construção e no ambiente de inovação do setor, mas também pela disponibilidade mais próxima de madeira para a fabricação dos módulos e instalação das fábricas.

Nos demais Estados mapeados, não foi identificado um padrão quanto a localização das empresas. É possível que tenha relação com a localização dos próprios profissionais fundadores.

4.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados pelas startups analisadas também foram mapeados, principalmente os materiais com função estrutural dentro dos módulos. Para obter um parâmetro geral nas análises, as variações do tipo de material foram padronizadas. Como exemplo, CLT e Wood Frame foram colocados na categoria “madeira” e contâiner e Steel Frame na categoria “aço”. A Figura abaixo mostra as porcentagens dos materiais utilizados.

Figura 40 - Material utilizado pelas startups



Fonte: o autor.

Segundo a Figura 40 acima, é possível perceber que os dois materiais utilizados são aço e madeira, com uma predominância maior do aço. O aço, segundo Manturi (2021), é um material amplamente utilizado na construção civil, seja na composição do concreto armado quanto na estrutura metálica. O autor também destaca a sua flexibilidade em ser utilizado em diversos outros produtos para a construção civil e por ser 100% reciclável. É visto em Steel Group (2019), que segundo a Associação Brasileira de Construção Metálica, a construção civil é o setor que mais consome aço no país. O mesmo autor cita que mais da metade de toda a produção de aço do mundo é utilizada na construção civil e infraestrutura.

Na construção modular, a técnica mais predominantemente citada pelos empreendedores que envolve o aço foi o Steel Frame. Segundo Pedroso et al. (2014), o Steel Frame é utilizado em larga escala nos Estados Unidos, Europa, Japão, Nova Zelândia e Austrália e chegou ao Brasil em 1998. O mesmo autor destaca o avanço no uso desta técnica no país e a vinda de empresas estrangeiras para instalarem suas fábricas no Brasil e escalarem no uso da técnica. Nesse sentido, é possível inferir que devido a larga utilização do aço na construção civil, às suas propriedades anteriormente citadas e o avanço do uso da técnica de steel frame no Brasil, os empreendedores estejam escolhendo para a fabricação dos módulos.

Outro material presente nas startups analisadas é a madeira. Nesse aspecto, as técnicas mais mencionadas foram de Wood Frame e CLT. Como dito anteriormente, principalmente no Paraná o mercado de fabricação de madeira é bem presente e pode ter influenciado as empresas localizadas por lá, devido a disponibilidade deste material. Isso se confirma ao constatar-se que 85,7% das startups de construção modular mapeadas e localizadas no Paraná utilizam madeira como material estrutural.

No Brasil, no entanto, o uso da madeira ainda enfrenta barreiras culturais pelos órgãos oficiais de regulação e por clientes finais (ABIMCI, 2017). Shigue (2018) mostra os preconceitos relacionados ao uso de madeira em função das suas propriedades naturais, trazendo ceticismo a arquitetos e engenheiros quanto ao seu bom desempenho estrutural e por uma visão de uso em baixa renda. No âmbito prático, essa barreira cultural é mencionada pelos próprios empreendedores, que além de enfrentarem o desafio cultural da técnica de construção modular, identificam a dificuldade de encontrar profissionais capacitados em criar projetos com este tipo de material.

Shigue (2018) traz uma perspectiva de melhoria quanto a esse cenário devido ao avanço da industrialização da produção de novos tipos de estruturas em madeira, como o Glulam e CLT. Isso é evidenciado em Exame (2022), ao citar a instalação de novas fábricas de madeira engenheirada no Brasil em 2022, para uso diverso na construção civil, como estruturas pré-moldadas ou módulos de painéis. O empreendimento realizado pela empresa Urbem, terá capacidade produtiva de 100000 m² ao ano e 500000 m² em área construída.

Portanto, é possível aferir que, mesmo enfrentando barreiras culturais, novos entrantes neste mercado e aumento de possibilidades do uso da madeira poderão

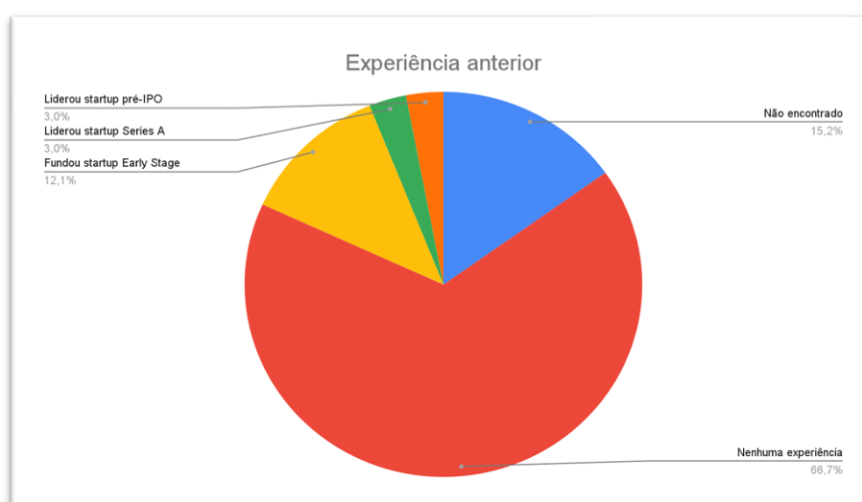
permitir que essa percepção negativa diminua e aumente o uso da madeira como material estrutural ou nos módulos de construção modular.

4.4 FORMAÇÃO DOS FOUNDERS

Outro fator analisado foi o preparo profissional dos fundadores das startups. Costa (2020) cita que em uma pesquisa realizada por Gompers et al. (2016), ao analisar 885 gestoras de venture capital e 681 empresas, os entrevistados indicaram que a qualidade da equipe é mais importante do que as características relacionadas ao negócio, como produto e tecnologia. Klein et al. (2019) traz uma visão que vai ao encontro da pesquisa anteriormente citada. Ele mostra que, em via de regra, os investidores de risco tendem a financiar os empreendedores que têm mais competência e experiência.

Nesse sentido, a presente pesquisa analisou a formação profissional dos fundadores das startups, o tempo de experiência no setor da construção civil e os índices de experiência empreendedora anteriores, para entender quais influências a formação profissional pode trazer a uma startup de construção modular. Os dados foram coletados por meio do perfil profissional dos fundadores na rede social LinkedIn. Quando não foi encontrado o perfil do fundador ou as informações eram insuficientes, foi colocado na categoria “não encontrado”. A Figura 41 a seguir apresenta os resultados.

Figura 41 - Experiência anterior dos fundadores



Fonte: o autor.

Na Figura 41 acima, é possível perceber que há uma predominância de empreendedores em sua primeira experiência empreendedora. Apenas 18,1% de empreendedores possuem uma experiência prévia, sendo que destes, 6% foram em níveis de destaque, como liderança em startup no estágio de investimento série A ou estágio pré-IPO.

É possível perceber que, pelo fato de 66,7% dos empreendedores não possuírem experiência prévia em empreendedorismo, nunca passaram pelas fases iniciais de criação de uma startup, como geração de hipóteses de qual problema querem resolver no mercado, validação do MVP e conquista dos primeiros clientes. Nesse sentido, infere-se que esses empreendedores podem ter mais dificuldade de conseguir sair dos passos iniciais com as suas startups, o tempo de validação dos protótipos pode ser maior devido a necessidade de aprendizado dos empreendedores e eles podem ter mais dificuldade de obter investimento para o seu negócio. Além disso, outra situação possível é de que as empresas não atuem como startups, mas sim como empresas tradicionais, pela falta de experiência dos fundadores em como gerir e atuar em uma startup.

A Figura 42 a seguir demonstra, agora, o nível de experiência profissional no setor da construção civil. Para ter experiência no setor, foi considerado o critério de possuir graduação em Engenharia Civil ou Arquitetura e Urbanismo.

Figura 42 - Experiência profissional no setor



Fonte: o autor.

Na Figura 42 acima é possível perceber que, de forma majoritária, os fundadores das startups possuem formação focada na construção civil, com o índice de 76,9%, além de que metade dos fundadores possuem mais de 10 anos de experiência profissional no setor. Apenas 3,8% dos fundadores vieram de outros segmentos.

Com os resultados apresentados, é possível inferir que é uma tendência os fundadores participarem efetivamente da construção civil, observando os desafios do setor, entendendo como a cadeia da construção se comporta, para assim criar soluções que possam resolver esses desafios. Além disso, pelas características técnicas da construção modular, que necessitam de um profundo conhecimento de projetos, processos fabris, logística dos módulos até o local da obra, são fatores que podem ser barreira para empreendedores de outras formações utilizarem da construção modular em suas empresas.

Quanto ao tempo de experiência no setor, pode ser uma tendência a necessidade de atuar profissionalmente por um tempo considerável, para adquirir experiências e evoluir de cargos ao longo do tempo, como também para possuir maior segurança financeira ao empreender.

Fazendo a correlação das últimas figuras apresentadas, foi possível perceber que, considerando os fundadores que possuíam mais de 10 anos de experiência no setor, 77% não possuíam experiência empreendedora anterior. Considerando os fundadores com menos de 10 anos de experiência profissional, essa porcentagem sobe para 85,7%. Esses resultados, ao serem correlacionados, podem ajudar a traçar o perfil desses profissionais. É possível perceber que grande parte dos fundadores é originário do setor, sendo metade com mais de 10 anos de experiência, e que majoritariamente nunca empreenderam. Esse contexto pode trazer profissionais com postura técnica, que entendem dos desafios da construção e da execução dos serviços, mas que não possuem experiência focada em empreendedorismo. Como consequência, esses empreendedores podem focar de forma excessiva na técnica da construção modular e pouco nos desafios de seus clientes, criando um produto que não necessariamente atenda às suas necessidades.

Ivonika (2021) mostra um estudo que possui correlação com a presente pesquisa. Ele mostra uma pesquisa realizada pelo Startup Farm, cujo resultado apontou que 74% das startups no Brasil morrem antes de completar 5 anos. As principais causas indicadas são o fato do produto e solução não se adequarem às

necessidades reais do mercado, pouco capital ou falta de planejamento na gestão dos recursos, e equipe pouco complementar. Assim, os resultados mostram a necessidade de os fundadores lidarem com esses riscos acima citados. Devem atuar para se aproximar do ambiente de inovação, participando de eventos, palestras e mentorias, buscarem formação específica de negócios, ou também aliarem-se a cofundadores que complementam os seus pontos fracos, tanto profissionais quanto comportamentais. Os resultados da pesquisa não apresentam necessariamente um risco de morte das empresas, mas sim a necessidade de complementaridade e capacitação dos profissionais fundadores para que seus negócios tenham chance de maior sucesso.

4.5 ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO DAS STARTUPS

A presente pesquisa também procurou entender quais os estágios de investimentos que as startups de construção modular se encontravam. Para isso, foi utilizado a base de dados da empresa de Venture Capital, na qual o autor atua. Os resultados podem ser vistos na Figura 43 a seguir.

Figura 43 - Estágio de investimento das startups de construção modular



Fonte: o autor.

Na Figura 43 acima é possível perceber que as startups estão de forma majoritária nos estágios iniciais de desenvolvimento, com 75,8% na fase pré-seed ou pré-operacional. Ainda 15,2% estão em nível early stage, na fase de investimento Seed.

Ao correlacionar com os dados anteriores, foi possível perceber que das startups early stage, 66,7% dos fundadores estão na primeira experiência empreendedora e 46,6% das startups foram fundadas antes de 2019, ou seja, possuem no mínimo mais de quatro anos de atividade.

Nesse sentido, é possível inferir que grande parte do ecossistema brasileiro de startups de construção modular está nos testes de validação do problema que resolvem e no produto que entregam. Percebe-se também, que 46,6% estão há mais de quatro anos nas fases iniciais, o que pode ser causado pela complexidade envolvida na operação de criar o primeiro protótipo de construções modulares, mas que ao mesmo tempo pode apresentar um risco para a continuidade dessas startups. Os empreendedores podem não ter mais condições de darem continuidade ao negócio, ou a startup pode se tornar um projeto secundário, caso os empreendedores percebam que será necessário desembolsar um investimento próprio acima das suas condições.

Nas entrevistas individuais também foi possível perceber uma visão dos empreendedores bastante focada na técnica de construção modular, como materiais utilizados, produção e logística dos módulos, vantagens e desvantagens desta técnica, mas pouco em como irão utilizar da construção modular para gerar valor para os seus clientes e sanar um problema real do mercado que desejam atender. Essa visão vai ao encontro do estudo de Terracotta Ventures (2021), ao trazer a mesma percepção de que os empreendedores desta tese acabam focando majoritariamente no viés técnico da solução e pouco na visão de negócios. Como consequência, pode refletir em poucos clientes aderindo ao produto, investidores não se interessando em investir na startup e dificuldade de sair dos estágios iniciais de desenvolvimento do negócio.

4.6 NICHOS DE ATUAÇÃO

Ao longo da pesquisa foram analisados os mercados atendidos pelas startups, com o objetivo de questionar a proposta de valor que está sendo entregue para os clientes. A Figura 44 abaixo representa os nichos de atuação atendidos.

Figura 44 - Nichos de atuação das startups



Fonte: o autor.

A partir do gráfico acima, é possível perceber que as startups estão focando em soluções para o mercado residencial, o que pode ser refletido pela carreira de atuação dos fundadores ou pelo menor custo de construção dos protótipos. Acrescenta-se, ainda, o fator de déficit habitacional no país, conforme exposto em capítulos anteriores. As startups identificadas como “comercial e residencial” são startups que possuem soluções para ambos os nichos. As startups identificadas como “outros”, possuem soluções para diversos segmentos, sem possuir um foco claro. Nesta categoria, também foram adicionadas as startups que não são de construção modular, mas que utilizam desta técnica para gerar valor aos seus clientes.

Nos próximos subitens descreve-se a forma de atuação das startups em cada segmento de mercado. Para cada um foi criado um quadro que resume o problema que as startups procuram resolver, como esperam resolver a dor, modelo de negócios,

clientes, monetização e vantagens indicadas em relação ao método construtivo tradicional. As informações foram retiradas através dos sites das startups analisadas, entrevistas com empreendedores e através da base de dados utilizada na pesquisa, conforme mencionado na metodologia.

4.6.1 Residencial Unifamiliar

Quadro 6 - Segmento residencial unifamiliar

(continua)

<p>Problema que focam em resolver</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pessoa física que deseja construir uma nova residência, mas que constrói pelos métodos tradicionais e enfrenta desafios como atraso da obra e negociação com diversos fornecedores de materiais e mão-de-obra, habilidades que não possui ou que não deseja enfrentar. 2. Loteador ou incorporador que possui o desafio de vender um terreno para um possível comprador, sem um projeto para oferecer e isso pode afetar as suas vendas.
<p>Como esperam resolver</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fabricação de módulos para portfólio de residências pré-definido, para trazer mais agilidade na entrega da obra, previsão de custos e centralização de todo o processo construtivo em apenas uma única empresa. 2. Fabricação de módulos para portfólio de residências, para facilitar a escolha do cliente que comprou o terreno e já pode escolher o projeto da sua futura residência.
<p>Modelo de negócios</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. B2C (Business-to-Consumer). 2. B2B2C (Business-to-Business-to-Consumer).
<p>Cliente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pessoa física que precisa construir sua nova residência (baixo, médio e alto padrão). 2. Loteador ou incorporador responsável pela venda do terreno e cliente final que fez a compra da unidade.

Quadro 7 - Segmento residencial unifamiliar

(conclusão)

Monetização	Venda dos módulos
Vantagens indicadas em relação à construção convencional	<ul style="list-style-type: none"> - Agilidade na entrega final da residência - Centralização de todo o ciclo construtivo em uma única empresa - Previsibilidade de prazos e custos mais assertiva

Fonte: o autor.

Nos dois modelos apresentados, as startups estão dando mais foco para residências em alto padrão, pois segundo os empreendedores há menos barreiras em relação ao custo por metro quadrado do projeto. É visto em Glab (2022) que o mercado residencial de alto padrão ainda se manterá aquecido, mesmo considerando o contexto atual, como aumento dos custos da construção e alta de juros.

Glab (2022) mostra também que a decisão de compra por esse perfil de cliente não é por viés ocasional, mas sim pela busca de conforto e praticidade, principalmente após o isolamento social imposto pela pandemia. Nesse contexto, as startups de construção modular podem ter o desafio de conciliar a fabricação dos módulos com projetos arquitetônicos arrojados, um fator que para esse público é importante. Outro fator importante é conciliar as personalizações exigidas, como esquadrias, cores e móveis, com a fabricação de módulos em escala.

No caso do loteador, é visto que já existem soluções semelhantes que procuram aproximar a compra do terreno com o projeto da residência, como é visto em Instacasa (2022), apesar de que esta é focada no nicho residencial de baixo padrão. No entanto, essa prática já é recorrente no mercado, e o portfólio das startups seriam mais uma alternativa frente a outras soluções parceiras das loteadoras e incorporadoras, como escritórios de arquitetura e profissionais de engenharia.

As startups que atendem a este nicho de mercado também estão se planejando para os desafios logísticos de transporte de módulos para diferentes cidades. Nesse contexto, algumas empresas planejam funcionar em formato de franquia, para que em diversas cidades existam empresas que possuem os módulos e processos da startup, de forma franqueada, e com uma área de atuação estabelecida. Apesar de ser uma hipótese de validação interessante, não foi possível observar se há startups de

construção modular que já colocaram esse plano em prática e colhendo os primeiros resultados.

No mercado de loteamentos também foi visto soluções para o mercado residencial de baixo e médio padrão. É o caso da Techome, visto em Techome (2022), uma parceria comercial entre a empresa Tecverde e Homelend, para entregar residências construídas pelo método de construção modular, com a possibilidade de financiamento oferecido pela Homelend, com módulos fabricados na Tecverde. Esse funcionamento também dá a possibilidade de adquirir o terreno com os próprios parceiros da Techome (TECHOME, 2022).

Nas startups analisadas que atendem ao nicho de residência unifamiliar, foi visto que 93,7% estão em maturidade pré-operacional ou pré-seed, ou seja, são startups que ainda estão buscando validar a sua solução e em busca dos primeiros investimentos para validar o seu protótipo. Também, 56,2% dessas startups estão há mais de quatro anos em funcionamento, o que pode ser explicado pelo tempo necessário na criação dos protótipos, a baixa diferenciação entre as soluções já existentes e pelas barreiras culturais que podem ser enfrentadas no nicho de alto padrão.

Portanto, percebe-se que no nicho residencial unifamiliar, as startups estão passando pelos desafios iniciais de atuação, seja por ainda estarem no processo de validação das suas hipóteses que desejam explorar, ou pelas barreiras culturais que essas startups estão enfrentando pelos potenciais clientes. É importante que as startups pensem em formas de não apenas explorarem as vantagens do método construtivo, mas também invistam nos fatores de diferenciação do modelo de negócio perante outras soluções, para que seus protótipos sejam validados no nicho que desejam focar.

4.6.2 Residencial Multifamiliar

Quadro 8 - Segmento residencial multifamiliar

(continua)

Problema que focam em resolver	Construtoras e incorporadoras constroem no método construtivo tradicional, o qual possui um tempo grande de execução da obra, custos de difícil controle e métodos que exigem diversos fornecedores e equipes de trabalho.
--------------------------------	--

Quadro 9 - Segmento residencial multifamiliar

(conclusão)

Como esperam resolver	Fabricação de módulos para residências multifamiliares vendidos para construtoras e incorporadoras, para terem mais agilidade na entrega da obra e maior escala no número de empreendimentos.
Modelo de negócios	B2B (Business-to-business)
Cliente	Construtora e incorporadora
Monetização	Venda dos módulos
Vantagens indicadas em relação à construção convencional	<ul style="list-style-type: none"> - Agilidade na entrega final do empreendimento - Produtividade da obra - Diminuição dos resíduos em obra

Fonte: o autor.

No residencial multifamiliar existem startups que estão focando em gerar valor para incorporadoras e construtoras, com a venda de módulos de construção modular para a construção dos empreendimentos. Para esse modelo, pela complexidade dos módulos e nível de operação, percebe-se que é necessária a construção de uma fábrica para o projeto e fabricação dos módulos, o que pode ser uma dificuldade para as startups que estão em fases iniciais de validação atuarem neste modelo, devido aos altos custos fixos de construção e manutenção de uma fábrica e seus maquinários.

Neste nicho a empresa que se destaca é a Tecverde, onde é visto em Terracotta Ventures (2021) que recebeu captação de investimento de R\$10,29 milhões, e em Tecverde (2022), destacada como a maior empresa da América Latina em construção industrializada. Em 2020, a empresa foi adquirida pela joint venture E2E e o grupo Arauco (TECVERDE, 2021) e vem se destacando em soluções para construtoras e incorporadoras, com a possibilidade de entrega do Kit Tecverde, que é o fornecimento de empreendimentos montados em fábrica, e o desenvolvimento imobiliário, que é o desenvolvimento de empreendimentos a partir de áreas recebidas

até a participação na incorporação junto aos seus parceiros (BRASIL ENGENHARIA, 2016).

Neste modelo, é possível constatar que é mais desafiador as startups em fases iniciais se posicionarem, devido à complexidade dos projetos, o que pode exigir grandes equipes de trabalho. É mais provável que empresas mais estabelecidas, que possuem mais controle dos suprimentos e da previsão de demanda, tenham mais condições de entregar valor para este público. Não foram observadas outras formas de entrega de valor para o nicho residencial multifamiliar nas startups mapeadas.

4.6.3 Comercial

Quadro 10 – Segmento Comercial

(continua)

Problema que focam em resolver	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ciclo construtivo longo diminui a rentabilidade para investidores e aumenta o risco do empreendimento. 2. Empresas do varejo precisam de empreendimentos com baixo tempo de construção e com alto poder de escala.
Como esperam resolver	<ol style="list-style-type: none"> 1. Empreendimentos feitos em construção modular, que aceleram o ciclo construtivo dos empreendimentos, para gerar retorno do investimento mais rápido para os investidores de fundos corporativos. <p>Criação de módulos para o varejo, para escalar o número de lojas e proporcionar mais facilidade logística.</p>
Modelo de negócios	B2B (Business-to-business)
Cliente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investidores de fundos corporativos 2. Empresas do varejo
Monetização	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vendas dos empreendimentos para os fundos. <p>Venda dos módulos.</p>

Quadro 11 – Segmento Comercial
(conclusão)

<p>Vantagens indicadas em relação à construção convencional</p>	<p>1.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agilidade na entrega final do empreendimento - Rentabilidade para investidores - Diminuição dos resíduos em obra e operação em canteiro <p>2.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poder de escala para expansão de lojas do varejo - Agilidade na entrega do projeto final
---	---

Fonte: o autor.

Como visto, no nicho comercial há startups que estão focadas tanto para gerar valor para investidores imobiliários, como também para auxiliar na expansão de lojas do varejo.

Como exemplo, existe a solução da Noah, visto em Noah (2022), que gera valor para investidores imobiliários ao entregar empreendimentos comerciais, por meio da construção modular, fabricados em madeira CLT e Glulam, e no modelo de healthy buildings. A vantagem desse modelo de negócio é a possibilidade de entrega mais rápida dos empreendimentos, o que gera mais rendimento aos investidores. Em 2021, a startup recebeu investimento da Dexco de R\$15 milhões, pelo potencial de evolução do negócio e pela possibilidade de desenvolver a cadeia de valor de madeira engenheirada no Brasil (PEREIRA, 2021).

Para o varejo, um exemplo é a Modularis, que entrega valor para o varejo, ao desenvolver soluções que atendem as necessidades de grandes marcas nos setores de franquias, stands de vendas e lojas autônomas (MODULARIS, 2022). Para esse público, a construção modular pode ser uma alternativa ao entregar velocidade na entrega dos módulos, o que acompanha o planejamento de expansão de grandes lojas.

Conforme o contexto apresentado, as startups de construção modular vêm conseguindo gerar valor para o nicho comercial, a partir de uma proposta de valor que

beneficia o público-alvo, que é a rentabilidade dos investimentos e a velocidade de entrega para expansão de grandes lojas.

4.6.4 Hospitalar e industrial

Quadro 12 - Segmento hospitalar e industrial

Problema que focam em resolver	São empreendimentos com prazos de entrega longos, com projetos de alta complexidade, o que pode gerar atrasos na entrega final e dificuldade de gerenciamento das entregas e recursos. São tipos de obras que precisam ser entregues com rapidez, devido ao seu uso emergencial.
Como esperam resolver	Fabricação de módulos para instalações de hospitais e indústrias, com alta rapidez de entrega e produtividade em relação ao método construtivo tradicional.
Modelo de negócios	B2B (Business-to-business)
Cliente	Empresas privadas de hospitais e indústria no geral
Monetização	Venda dos módulos
Vantagens indicadas em relação à construção convencional	<ul style="list-style-type: none"> - Agilidade na entrega final do empreendimento - Diminuição dos resíduos em obra e de operação em canteiro - Menos desperdício de materiais - Controle de prazos e custos

Fonte: do autor.

Neste nicho, a empresa que mais está focando seus esforços é a Brasil ao Cubo, visto em Brasil ao Cubo (2022) a entrega dos hospitais nos períodos de

pandemia, como o Hospital Independência, em Porto Alegre, e a expansão do Hospital Municipal M'Boi Mirim. Com a ocorrência da pandemia, a expansão de hospitais de forma emergencial gerou para a startup uma possibilidade interessante de atuação. Em conversas com a equipe de trabalho, a depender do projeto, a startup fabrica os módulos próximos aos locais de instalação, em virtude da grande quantidade de módulos que são necessários para fabricação e pelos custos envolvidos na operação logística que seria necessária para transporte da sede (Tubarão). A startup também indica que a rapidez da equipe responsável pelo projeto e planejamento do empreendimento é um diferencial, devido às exigências do prazo de entrega, mesmo em empreendimentos de grande complexidade para se projetar.

A startup também atua no ramo industrial, com a entrega de instalações ambientes fabris, universidades corporativas e ampliação de terminais logísticos em portos (BRASIL AO CUBO, 2022). A startup recebeu investimentos da Gerdau de R\$ 60 milhões (GERDAU, 2020) e de R\$ 74 milhões da Dexco (ANAMACO, 2022).

É possível constatar que para este nicho, a startup precisa ter uma capacidade de projeto, planejamento e fabricação de módulos bem consolidada, pois são empreendimentos que exigem conhecimentos de projetos específicos e que podem exigir a fabricação dos módulos próximos à instalação in loco. Ainda assim, devido a velocidade e facilidade de instalação, a técnica de construção modular vem ganhando espaço nesse nicho e possui perspectivas de consolidação, devido às suas vantagens em relação aos métodos tradicionais e empresas bem capacitadas para tal.

4.6.5 Pousadas e hotéis

Quadro 13 - Segmento de pousadas e hotéis

(continua)

Problema que focam em resolver	Dificuldade de construção em locais de difícil acesso, devido a dificuldade de acesso e existência de fornecedores de materiais e serviços.
Como esperam resolver	Fabricação de módulos para empreendimentos em locais de natureza e de difícil acesso, para diminuir a necessidade de operação in loco.

Modelo de negócios	B2B (Business-to-business)
--------------------	----------------------------

Quadro 14 - Segmento de pousadas e hotéis
(conclusão)

Cliente	Pousadas ou pessoa física
Monetização	Venda dos módulos
Vantagens indicadas em relação à construção convencional	<ul style="list-style-type: none"> - Agilidade na entrega final do empreendimento - Diminuição dos resíduos em obra e de operação em canteiro - Instalação rápida e segura

Fonte: do autor.

Nesse modelo, percebe-se que é um foco em um público específico, que deseja realizar a execução de um empreendimento em locais de difícil acesso, como locais de serra e matas densas. Nesse contexto, infere-se que é um mercado que pode ser uma alternativa de método construtivo para escritórios de arquitetura, pousadas e pessoas físicas, mas não há indícios de que será a principal prioridade das empresas mapeadas.

Algumas empresas também possuem soluções focadas em hotéis, mas que apresentam um portfólio diverso. Fabricam módulos para indústrias, comércio, setor hoteleiro, sem ter um foco único. Com isso, infere-se que a construção para o setor hoteleiro irá de acordo com a demanda de clientes e não através de um foco de atuação.

4.6.6 Outras soluções

Nas soluções mapeadas, foi visto outras possibilidades de utilização da construção modular para gerar valor para os clientes. Um desses exemplos é a Mora, que encontrou a oportunidade a partir de terrenos em áreas centrais de São Paulo com baixo valor para incorporação, para criar unidades individuais para inquilinos que estavam enfrentando altos valores de compra ou aluguel de imóveis (MORA ROCKS,

2022). A oportunidade vista pela Mora é de, ao utilizar a construção modular, há a antecipação do ciclo do empreendimento para captação de valor através do aluguel da residência. Além disso, a startup busca gerar uma experiência diferenciada para o inquilino através de um imóvel decorado, bem localizado, inteligente e a um preço mais baixo (TERRACOTTA VENTURES, 2021).

Outro exemplo é o Parkside, visto em Parkside (2022), que possui solução de colivings. Segundo Cruz (2021), coliving é um conceito de moradia compartilhada entre pessoas que buscam senso de comunidade, economia e um estilo de vida sustentável. A startup desenvolve estúdios voltados para o público jovem, em locais de baixa capacidade de incorporação, utilizando da construção modular para agilizar a entrega das unidades. Dessa forma, os inquilinos passam a morar de forma mais rápida, o que gera maior retorno sobre o investimento para os investidores e mais facilidade para os possíveis moradores.

Esses foram os dois exemplos identificados que atuam em outros nichos de mercado, mas que utilizam da construção modular para gerar valor para os seus clientes. Percebe-se que aqui há um grande potencial de criação projetos e soluções que utilizem das vantagens da construção modular como um meio de acelerar o valor que agregam aos seus clientes, sem a necessidade de possuírem uma fábrica própria para produção, pois podem adquirir os módulos de outros fornecedores.

4.7 ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO GLOBAL DE CONSTRUÇÃO MODULAR

Conforme exposto em Terracotta Ventures (2020), segundo pesquisa do Statista, o mercado de construção de forma geral crescerá 3,2% de 2017 a 2025, e o mercado de construção modular aponta para 5,7% no mesmo período, um crescimento duas vezes mais rápido que os métodos tradicionais.

É visto também em Terracotta Ventures (2020) que o potencial do método construtivo tem atraído atenção de investidores com diversos interesses, os quais realizaram 77 aportes. As empresas que estão investindo nessas startups são bancos, empresas de venture capital, grandes empresas de tecnologia e empresas tradicionais. É visto no estudo do autor que o maior número de startups investidas está localizado nos Estados Unidos.

Terracotta Ventures (2020) também expõe as dez startups de construção modular que mais receberam aportes. O recorde histórico de funding foi alcançado

pela Katerra, e existem duas empresas brasileiras na lista, Brasil ao Cubo e Tecverde, conforme Figura 45 abaixo.

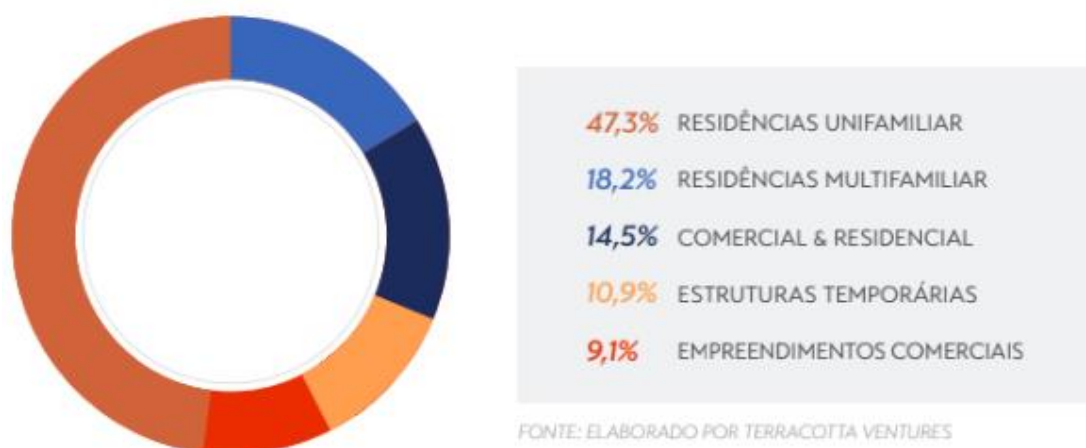
Figura 45 - Lista de startups de construção modular que mais receberam investimentos

1º KATERRA	\$1.253,17	7º FACTORY OS	\$77,70
2º BLU HOMES	\$197,50	8º CONXTECH	\$55,95
3º PRESCIENT	\$105,40	9º PROJECT FROG	\$54,55
4º TOPHAT.IO	\$97,91	10º BLOKABLE	\$29,02
5º PCX HOLDING	\$96,20	19º BRASIL AO CUBO	\$11,22
6º VEEV	\$85,00	20º TECVERDE	\$10,29

Fonte: Terracotta Ventures (2020)

Terracotta Ventures (2020) mostra que em relação ao segmento, 47,3% das startups investidas de 2018 a 2020 possuem como foco o segmento residencial unifamiliar, o que pode estar relacionado com o problema de déficit habitacional, conforme já mencionado anteriormente, além de ser um nicho de atuação que também é o mais presente no ecossistema brasileiro. O gráfico completo encontra-se na Figura 13 a seguir.

Figura 46 - Deals por segmento de 2018 a 2020



Fonte: Terracotta Ventures (2020).

No entanto, existem startups também focadas no ambiente multifamiliar, como no caso da Blokable (BLOKABLE, 2022). Segundo Blokable (2022) 38% das famílias da Califórnia gastam 1/3 da sua renda em habitação e até 2030 o Estado precisará construir 1,2 milhão de casas mais acessíveis até 2030. Para reduzir custos e construir residências financeiramente acessíveis, a Blokable fabrica módulos volumétricos de estrutura metálica com foco na construção de empreendimentos multifamiliares. A empresa atua em conjunto com incorporadoras e parceiros sem fins lucrativos com foco no corte de custos e criação de moradias acessíveis e verticaliza o processo desde o projeto e o planejamento até a manufatura. Os empreendimentos são alugados a preços de mercado e a Blokable fica com uma porcentagem do aluguel (TERRACOTTA VENTURES, 2020). Em 2019, a Blokable recebeu investimento Série A de US\$ de 23 milhões (NEWS PROVIDED, 2019).

Quanto a proposta de valor, Terracotta Ventures (2020) mostra que das startups que receberam aportes, as propostas de valor mais presentes são focadas em produtividade, previsibilidade de prazos e custos e facilidade na contratação e entrega da obra. Isso vai ao encontro das vantagens da construção modular anteriormente apresentadas, ao ser exposto que a construção modular proporciona maior produtividade devido ao seu método de produção e instalação no canteiro de obras, um controle de custos e prazos de entrega mais claros em relação aos métodos tradicionais, e a facilidade de contratar apenas uma empresa que se responsabilize por todo o ciclo construtivo, o que pode proporcionar maior experiência para o cliente.

Quanto aos materiais utilizados, Terracotta Ventures (2020) mostra que das startups investidas, 61,5% utilizam madeira para fabricação dos módulos e 38,5% utilizam aço. Isso se deve principalmente aos fatores culturais de utilização da madeira em larga escala, o que difere da realidade brasileira, conforme explicado anteriormente, onde 53,3% das startups mapeadas utilizam aço para fabricação dos módulos.

Em valores de investimento, a Katterra, uma startup localizada nos EUA, foi a que recebeu o maior aporte, conforme Figura 45. Fundada em 2015 e localizada na Califórnia, a startup recebeu um total de R\$ 1,3 bilhão em investimentos (TERRACOTTA VENTURES, 2020). A startup tinha como solução transformar a construção a partir da concentração de todo o processo construtivo junto a uma única empresa, dominando o processo de ponta a ponta, e transferindo a maior parte dos processos para fora do canteiro. Tem como premissas a integração de ponta a ponta,

o massivo uso de tecnologia e dados, design orientado a produto, produção offsite e controle da cadeia de suprimentos. (TERRACOTTA VENTURES, 2020).

No entanto, é visto em Kunthara (2021), o pedido de proteção contra falência, mesmo com todos os investimentos recebidos anteriormente e com a compra de pelo menos 14 empresas tradicionais nas áreas da construção, iluminação e design (KUNTHARA, 2021). A autora mostra que essa ocorrência está baseada no fato de que os gestores e investidores não possuíam pleno conhecimento sobre o funcionamento do setor da construção, mesmo com uma experiência empreendedora anterior comprovada. Como consequência, a autora destaca os problemas de execução dos planos decorrentes da falta de conhecimento no setor, aliado a problemas administrativos.

Já Oliveira (2021), destaca também o desafio da estratégia da Katerra em verticalizar todo o processo em uma única empresa, atuando como projetista, fabricante de componentes industrializados, de módulos e de painéis e ainda, construtora/montadora em um setor de alta complexidade. Terracotta Ventures (2021) complementa que a partir de 2018 a startup começa a apresentar dificuldades em sua estratégia de crescimento, especialmente depois de levantar U\$ 865MI em uma rodada série D liderada pela Softbank. Nessa fase, a empresa começou a comprar outras construtoras, aumentando sua carteira de projetos enquanto pecava na integração dos diferentes negócios e apostava em projeções financeiras que começavam a se distanciar da realidade.

Kunthara (2021) também destaca que o colapso da Katerra não influenciará no otimismo dos investidores no setor, mas o fato pode demonstrar uma tendência de comportamento por parte dos investidores, ao olharem para eficiência do fluxo de trabalho por meio de softwares, como modelo software as a servisse (SAAS), em vez de novas formas de construção física, por dar mais previsibilidade de crescimento a curto e médio prazo e aportes mais graduais.

Outra startup analisada foi a Plant Prefab, uma startup com sede na Califórnia. É visto em Plant Prefab (2022) que a startup projeta e pré-fabrica casas personalizadas, de alta qualidade, saudáveis, sustentáveis, unifamiliares e multifamiliares. Eles possuem um portfólio específico de residências que podem ser adquiridas pelos proprietários, como também transforma um projeto elaborado por outro profissional e o constrói em construção modular. A empresa possui meta de ter zero emissão de carbono até 2028 (PLANT PREFAB, 2022).

Um ponto de destaque analisado é devido ao website da startup ser um canal gerador de demandas. Por lá, é possível preencher um questionário e cadastrar informações como localização e perfil do futuro empreendimento, orçamento disponível, entre outras informações. Infere-se que essa ação pode agilizar a análise de viabilidade dos projetos e permite uma ligação direta entre demanda, fabricação de módulos e comunicação com a cadeia de suprimentos. O autor colocou algumas informações para exemplificar e o questionário pode ser visto na Figura 47 a seguir.

Figura 47 - Questionário de interesse para consultas de projeto - Plant Prefab

Consultas do projeto

Por favor, dedique alguns minutos para preencher nosso questionário para que possamos fornecer uma resposta rápida e útil. Há um máximo de sete perguntas.

Começar >

Em que tipo de projeto você está trabalhando?

Uma casa unifamiliar

O que melhor descreve seu papel?

Proprietário

Você comprou muito para construir?

Ainda não

Onde você espera construir?

Cidade

-

Estado

Califórnia

Qual o tamanho da casa que você pretende construir?

Se você estiver construindo uma casa e uma unidade residencial acessória, some a metragem quadrada e forneça o total.

90

pés quadrados

Qual é o orçamento total do seu projeto?

Por favor, não inclua custos de compra de terrenos em sua resposta.

\$00000

Quais informações você está buscando neste momento?
(Selecione tudo que se aplica.)

Informações gerais : Serviços, processo, cronograma, etc.

Revisão do projeto : revise seus planos arquitetônicos.

Consultoria de design : Contrate nosso estúdio de design arquitetônico.

Como podemos chegar até você?

Primeiro nome

Sobrenome

E-mail

Enviar >

Fonte: Plant Prefab (2022).

É visto em Gerdau (2021) que a startup cresceu 125% de 2020 a 2021, e que a Gerdau em 2021 aportou por meio da Paris Ventures, sua Corporate Venture Capital (CVC), co-liderou a rodada que captou US\$ 30 milhões. É visto em Money Times (2022) que a Gerdau aportou mais US\$ 15 milhões na startup em 2022. Segundo a investidora, a startup permite construções até 50% mais rápidas, com até 30% menos resíduo e até 25% mais baratas que obras tradicionais e faz parte de uma tese estratégica para investimento e faz parte da estratégia de diversificação de portfólio da companhia.

Um mercado adjacente a construção modular é o mercado de softwares para construção. Um exemplo é a Modulize, uma startup da Noruega que possui um software específico para projetos em construção modular. É visto em Modulize (2022), que a startup auxilia desenvolvedores de projetos, fabricantes, empreiteiros e arquitetos a criar projetos de empreendimentos em construções modulares, de forma a ter medidas mais precisas e maiores possibilidades de uso da construção modular na criação dos projetos. A visão da startup é se tornar a plataforma para construção modular, cobrindo todo o processo construtivo: projeto, planejamento, aquisição e entrega otimizados e automatizados (MODULIZE, 2022). Em 2022 a startup recebeu investimento Seed de US\$ 2 milhões (CRUNCHBASE, 2022).

No Brasil, as startups brasileiras que receberam aportes amplamente divulgados foram a Noah, que recebeu aporte da Dexco (PEREIRA 2021), a Brasil ao Cubo, investida por Gerdau (GERDAU, 2020) e Dexco (ANAMACO, 2022), e Tecverde, que anunciou sua aquisição pelo grupo ETEX/Arauco (TECVERDE, 2022). É visto em Pereira (2021) o interesse da Dexco em se posicionar no mercado de madeira industrializada e em startups alinhadas aos critérios de ESG. Essa tendência é vista em Gazzconecta (2021), com o anúncio de investimento realizado pela Dexco na Construtech Urbem, startup que atua na fabricação de peças estruturais de madeira engenheirada. Para a Gerdau, é visto em Gerdau (2021) que Gerdau Next, braço de novos negócios da companhia, tem a missão de diversificar globalmente o portfólio por meio da criação e incorporação de novas empresas em seis segmentos estratégicos, entre eles o de melhoria na produtividade da construção. A Gerdau também é investidora da startup californiana Plant Prefab, que atua na construção de casas pré-fabricadas com projetos, materiais e operações sustentáveis (GERDAU, 2021).

Existem grandes empresas no Brasil que estão também investindo em construções modulares, por meio de soluções internas. É o caso da Tenda, com a criação da Alea. É visto em Terracotta Ventures (2020) que a Tenda deseja atender mercados com demanda menor que 1000 unidades por ano, e construir condomínios com residências unifamiliares em construções modulares a partir de woodframe. A expectativa é da construção de até 60 mil unidades por ano.

Analisando o ecossistema de inovação de construções modulares, há startups utilizando de diversos benefícios da construção modular para gerar valor aos seus clientes, e procurar resolver os desafios atuais do setor, seja altos custos de mão-de-obra, atrasos de entrega, produtividade ou déficit habitacional. Destaca-se a importância do investimento em inovação por parte das empresas do setor bem estabelecidas, para apoiar intelectual e financeiramente negócios de alto potencial e contribuir para a mudança de percepção por parte de empresas, profissionais e usuários do setor, em relação à técnica de construção modular.

É visto, também, que devido ao alto custo de mão-de-obra e escassez de moradias, a construção modular conseguiu se posicionar nos ecossistemas, como no caso da Califórnia. Pode ser inferido, dessa forma, que em locais onde os índices se tornaram mais críticos, o ecossistema de startups com essa solução se tornou mais propício para se desenvolver e é o que os diferencia do ecossistema brasileiro, onde as técnicas de construção convencional ainda são economicamente viáveis.

É visto também, que as startups estrangeiras estão conseguindo explorar de um canal de geração de demandas, como é o caso da Plant Prefab, e pode ser um bom benchmarking para startups localizadas no Brasil. Isso permite que a startup planeje de uma forma mais segura todo o seu ciclo de produção, tenha visibilidade de demanda de seus fornecedores e análise de produtividade de suas fábricas. Isso pode contribuir para o rápido crescimento e planejamento para novas fábricas.

5 ANÁLISES DAS HIPÓTESES SEGUNDO MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO E PROPOSIÇÃO DA MATRIZ SWOT

Neste capítulo são apresentadas as validações das hipóteses segundo método hipotético-dedutivo, de acordo com as análises das startups mapeadas. Posteriormente é proposta a matriz SWOT do ecossistema de startups de construções modulares, no Brasil, de forma a mostrar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças referente ao contexto dessas empresas.

5.1 ANÁLISES DAS HIPÓTESES

5.1.1 Hipótese 1 – A startup não precisa de uma fábrica própria para validar o seu Product Market Fit

Ao longo da pesquisa, foi possível observar startups que estavam conseguindo validar o seu modelo de negócio, mesmo obtendo os módulos de outros fornecedores. Nesse sentido, a depender da região que o empreendedor deseja posicionar a sua startup, existem fornecedores de materiais industrializados ou módulos prontos para a realização dos projetos. Inclusive, pode ser uma estratégia a ser utilizada, visto que a construção de uma fábrica de construção modular exige custos fixos e de manutenção relevantes, o que pode apresentar um risco financeiro para startups que ainda estão na etapa de validação do seu *Product Market Fit* (PMF) e que não possuem previsibilidade de demanda e escala. No entanto, não possuir uma fábrica própria pode influenciar no poder de escalabilidade da startup, visto que a empresa sempre dependerá da produção e prazos de terceiros e não controlará as automatizações que podem ocorrer na fabricação dos módulos. Portanto, pode-se dizer que esta hipótese está validada.

5.1.2 Hipótese 2 – A viabilidade econômica de uma região atendida pelas startups varia de acordo com a magnitude do projeto

Ao longo da pesquisa, foi possível obter exemplos de startups que negaram projetos nos quais a distância geográfica entre a fabricação e o local de instalação dos

módulos era tal, que ocasionava em um custo de transporte e logística consideráveis ao nível de inviabilizar a execução do projeto. Em outros casos, também, foi possível observar startups que instalaram fábricas provisórias próximas ao local de instalação dos módulos, visto que o custo de instalação provisória da fábrica era inferior ao custo de logística dos módulos, caso fossem fabricados na fábrica original. Com isso, pode-se aferir que o fator logístico dos módulos precisa ser discutido ainda no estudo de viabilidade de criação das soluções das startups. Portanto, pode-se dizer que esta hipótese está validada.

5.1.3 Hipótese 3 – As startups possuem founders com formação majoritária em Engenharia Civil e com pouca experiência prévia em empreendedorismo

Como visto nas análises da pesquisa, as startups mapeadas de construção modular possuem fundadores com formação majoritária em Engenharia Civil, em que o tempo de experiência varia de caso a caso. Foi possível constatar, também, a baixa experiência empreendedora dos fundadores mapeados, o que traz a constatação de que, apesar de conhecerem os desafios da construção civil, irão enfrentar os desafios de gerenciar um negócio em suas fases iniciais, com muitas vezes tendo baixos recursos disponíveis e com diversas hipóteses a serem validadas. Isso pode refletir em um tempo maior de validação da solução, em comparação ao tempo de validação de produto padrão de uma startup. Portanto, pode-se dizer que esta hipótese está validada.

5.1.4 Hipótese 4 – As startups de construção modular estão localizadas em regiões próximas a cidades com alto potencial construtivo

Há diversos fatores que levam os empreendedores a posicionar a sede dos seus negócios, cada um com o seu critério mais primordial, de acordo com as suas estratégias de atuação. Ao longo das análises, foi possível observar que estar próximo a locais de fácil transporte rodoviário, proximidade com fornecedores de matéria-prima para fabricação dos módulos e cidade de localização dos fundadores são critérios utilizados pelos empreendedores, o que leva a crer que cada negócio investigará o critério que mais faz sentido financeiramente para o seu caso. Portanto, pode-se dizer que esta hipótese está invalidada.

5.2 MATRIZ SWOT

Após a finalização das análises e validações do método hipotético-dedutivo, é apresentado abaixo a matriz SWOT, de forma a sintetizar o panorama do ecossistema brasileiro de startups de construção modular. Serão apresentados os pontos fortes das startups e os pontos fracos, e oportunidades e ameaças existentes no ecossistema que podem influenciar no desenvolvimento desta técnica no país.

5.2.1 Pontos Positivos

A seguir, no Quadro 15 são apresentados os pontos positivos identificados nas startups mapeadas, ao longo das análises desta pesquisa.

Quadro 15 - Pontos positivos das startups

- Os fundadores das startups possuem experiência majoritária em Engenharia Civil, o que os faz conhecer os desafios do setor
- 50% dos fundadores analisados possuem mais de 10 anos de experiência na construção civil
- O segmento comercial, industrial e hospitalar vem tendo empreendimentos entregues por startups de construção modular no Brasil que são destaque no ecossistema de inovação
- Mais da metade das startups brasileiras de construção modular utilizam o aço como material estruturante, material amplamente utilizado no país e com baixa barreira cultural
- Startups possuem o DATec

Fonte: o autor.

5.2.2 Pontos negativos

A seguir, no Quadro 16 são apresentados os pontos positivos identificados nas startups mapeadas, ao longo das análises desta pesquisa.

Quadro 16 - Pontos negativos das startups

- Fundadores possuem majoritariamente pouca experiência empreendedora anterior
- 75,8% das startups mapeadas estão em fase pré-operacional ou pré-seed, apresentando desafios iniciais e com foco maior na técnica de construção modular do que no negócio em si.

Fonte: o autor.

5.2.3 Oportunidades

A seguir, no Quadro 17 são apresentadas as oportunidades identificadas no ecossistema que envolve as startups de construção modular brasileiras.

Quadro 17 - Oportunidades presentes no ecossistema

- Grandes players da construção civil acompanham as startups de construção modular para identificar oportunidades
- Crescimento de fundos de Venture Capital voltados para o ambiente de Construtechs
- Escassez de mão-de-obra está aumentando os custos da construção convencional
- Maturidade do ecossistema de construções modulares nos EUA e Europa traz boas referências para benchmarkings
- Ecossistema de Construtechs e Proptechs vem aumentando ano a ano no número de startups
- Há a presença de fornecedores de materiais industrializados no país, como a Urbem
- Construtoras e incorporadoras estão investindo em soluções que gerem mais produtividade e diminua os fatores de risco de atraso dos projetos

Fonte: o autor.

5.2.4 Ameaças

A seguir, no Quadro 18 são apresentadas as ameaças presentes no ecossistema de startups de construções modulares, de forma a serem fatores que devem ser acompanhados.

Quadro 18 - Ameaças presentes no ecossistema

- Maior tributação em materiais industrializados
- Maior dificuldade na busca de financiamento em instituições tradicionais
- Barreiras quanto ao uso da madeira como material estrutural em empreendimentos
- Falta de profissionais especializados em construção modular
- Custos com logística dos módulos pode inviabilizar financeiramente um projeto em construção modular

Fonte: o autor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais deste trabalho, comparando o que foi apresentado na revisão bibliográfica com as análises realizadas através do procedimento metodológico realizado. Ao final, serão propostas recomendações para trabalhos futuros, de forma que outros autores possam dar continuidade ao tema.

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa iniciou apresentando as características do setor da construção civil, suas práticas de funcionamento e alguns resgates históricos que permitem entender quais as influências no desempenho do setor atualmente. Esse resgate foi essencial para compreender toda a complexidade da construção civil, suas regras de funcionamento, sua importância para a economia e para a sociedade, bem como entender o que está por trás dos seus desafios de evolução.

Posteriormente, foi apresentado alguns significados de inovação e inovação aberta, e exemplos das soluções mais promissoras para o setor nos próximos anos, na qual a técnica de construção modular está inserida. Também, foi apresentado o conceito de startups e como estão contextualizadas na cadeia da construção civil, assim como suas características de funcionamento e impactos já gerados.

A comparação entre o desempenho atual do setor e as principais tendências de inovação, ao mesmo tempo que traz uma abordagem positiva sobre desenvolvimento da construção civil, geram dúvidas se são apenas promessas distantes ou se realmente há uma garantia de que o setor está avançando em seus índices de desempenho. Sob essa perspectiva, o autor escolheu uma das opções de tendências para entender seus panoramas de avanço: construções modulares, para entender com mais profundidade como as soluções inovadoras estão revolucionando a construção civil.

Ao longo de sua formação, o autor passou por diversas experiências acadêmicas que o faziam questionar se realmente só existia a construção convencional como a única alternativa para a construção de empreendimentos. Ao adentrar ao ambiente de inovação no setor, pôde constatar que sua insatisfação era compartilhada por diversos profissionais e que já existiam inúmeros exemplos de empresas que trabalhavam pelo avanço da construção civil no Brasil. A construção modular, por sua vez, foi escolhida devido ao entusiasmo do autor em observar grandes obras sendo entregues em tempos que antes eram inimagináveis para uma obra no setor, além do impacto positivo relacionado, como maior produtividade e menor desperdício de materiais e redução do déficit habitacional.

Na revisão bibliográfica, foram esmiuçadas as características desta técnica, suas definições, seu histórico, funcionalidades e materiais utilizados. Além disso, foram realizadas comparações com os métodos tradicionais, como metodologia de trabalho, logística, projetos e métodos de execução.

Ao autor se aproximar dos conceitos de construção modular, inovação e ecossistema de Construtechs, surgiram diversos questionamentos: Existem Construtechs que atuam com construção modular? Em quais regiões atuam? Como elas já estão gerando impacto no setor?

Assim, de forma a contemplá-los, foi criada a pergunta central desta pesquisa: **Qual o nível de maturidade das startups brasileiras com soluções em**

construções modulares e quais as projeções de crescimento para os próximos anos?

No capítulo de metodologia foi apresentado o caminho seguido pela pesquisa, ao definir-se a estrutura, a forma de coleta dos dados, a utilização do método hipotético-dedutivo, e o uso da Matriz SWOT, de forma a dar um panorama geral do ecossistema de startups de construções modulares. Percebe-se que a metodologia utilizada foi aderente a pergunta central da pesquisa, e contribuiu para o atingimento dos objetivos do trabalho.

Com a realização da coleta dos dados e sua análise, tem-se a percepção de que no Brasil a construção modular ainda enfrenta diversas barreiras para sua utilização, como falta de conhecimento dos profissionais do setor e dos clientes, excesso de tributos sob o produto e barreiras de financiamento para suas obras. Como é visto em outros países, existem fatores que podem contribuir para que a técnica se torne cada vez mais viável financeiramente, como os índices de déficit habitacional e o crescente aumento dos custos de construção devido à escassez de mão-de-obra.

Foi visto, também, que algumas startups de construções modulares podem não permear pelas fases de maturidade que são comuns a uma startup, como melhorar o produto enquanto ele já está em utilização no mercado, visto que as soluções são empreendimentos e moradias. Além disso, há custos iniciais de criação de uma fábrica e de maquinários, o que pode trazer diversos custos fixos para a organização ainda nos primeiros anos de funcionamento. Assim, os empreendedores que escolherem atuarem com esta técnica deverão balancear os desafios presentes na técnica de construção modular com uma visão de negócios sólida a longo prazo e de uma estratégia de geração de demanda, visando garantir sua viabilidade de funcionamento e o interesse de investidores em aportarem recursos em negócios que se provem escaláveis.

No que corresponde ao ecossistema de Construtechs brasileiras de construções modulares, foi visto que pela conjuntura de formação empreendedora dos fundadores e maturidade dos negócios, ainda levará algum tempo para que esses negócios se validem e cresçam, e que outras startups surjam para complementar com suas soluções. É possível observar, no entanto, que já existem exemplos de startups que estão revolucionando seus segmentos de mercado, há um avanço tecnológico de materiais industrializados para a construção no país, e existe o interesse de empresas estabelecidas em investirem em novos negócios, ou de utilizarem da técnica de

construção modular. Esses fatos formam uma boa conjuntura para o desenvolvimento desta técnica nos próximos anos e pode promover o amadurecimento dos negócios já existentes.

Na fundamentação teórica foi observado em pesquisas de diversos autores o potencial da construção modular em melhorar os índices de déficit habitacional nos países. No Brasil, por sua vez, foi observado que a construção modular está conseguindo avançar em segmentos de mercado nos quais as propostas de valor de produtividade e redução no tempo de execução da obra são fatores decisórios, visto que os custos ligados a esta técnica de construção ainda são maiores do que as técnicas construtivas convencionais aqui no Brasil. Nesse sentido, é importante que empreendedores explorem essa vantagem na proposta de valor para personas que sejam atraídas por esses critérios além do fator custo.

Reitera-se, também, a importância das melhorias de infraestrutura rodoviária do país, para que o transporte dos módulos seja mais facilitado e para que a construção modular seja viável para diferentes regiões do país.

Por fim, retorna-se a pergunta central da pesquisa e aos objetivos propostos no início deste trabalho, analisando o cumprimento de cada um deles.

Sobre a pergunta central da pesquisa, é possível afirmar que ela foi respondida, pois o presente trabalho apresentou o panorama do ecossistema das startups de construções modulares e suas particularidades, como formação dos empreendedores, materiais utilizados, maturidade dos negócios e como grandes empresas estão se posicionando nesta tese. A utilização do método hipotético-dedutivo e da Matriz SWOT foram propícias para gerar uma complementariedade interessante na compreensão da pergunta central.

Para o objetivo geral da pesquisa: “analisar o cenário brasileiro das startups da construção civil que possuem soluções voltadas à construção modular”, também se considera o seu atingimento, devido aos insumos apresentados ao longo de toda a análise dos dados coletados.

Sobre os objetivos específicos:

- a. **Identificar as técnicas de construção modular e compará-las com as técnicas construtivas convencionais:** Considera-se que foram apresentados ao longo da revisão bibliográfica estudos que demonstram as particularidades de cada método construtivo de forma bem fundamentada.

- b. Analisar os modelos de negócio e o grau de maturidade das startups da construção civil de construção modular:** Com a análise dos dados coletados, considera-se que é possível compreender as características dos modelos de negócios das startups mapeadas e seu grau de maturidade.

- c. Comparar o posicionamento das Construtechs brasileiras com foco em construções modulares em relação ao mercado internacional:** Ao longo da etapa de diagnóstico, foram apresentados aspectos do panorama das startups mapeadas e algumas características observadas lá fora, de forma a permitir uma comparação referente a posicionamento e formas de atuação.

- d. Compor uma Matriz SWOT que sintetiza o posicionamento das Construtechs brasileiras com solução em construções modulares:** Ao final da pesquisa, foi apresentado a matriz SWOT do segmento, de forma a apresentar uma visão sistêmica das influências internas e externas relacionadas às Construtechs de construções modulares.

Dessa forma, a presente pesquisa, dentro do escopo e suas limitações anteriormente apresentadas, conseguiu alcançar todos os objetivos e responder à pergunta central.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho procurou relacionar um tema técnico com os conceitos de inovação, investimentos e startups, fez um recorte de apenas uma técnica elencada como potencial para revolucionar o setor da construção civil e deu foco às startups situadas no Brasil. Mesmo com os limites de pesquisa apontados, reafirma-se a importância desta pesquisa para o ambiente acadêmico, por relacionar conceitos teóricos e práticas de mercado e reafirmar a Universidade como detentora de conhecimento, e também para o ambiente empresarial, ao apontar os panoramas de

um ecossistema de inovação que pode ser utilizado em benefício de empresas e profissionais.

Assim, sugere-se que em trabalhos futuros o tema continue sendo explorado, de forma a refazer as análises apresentadas após períodos específicos de desenvolvimento do ecossistema, para analisar a conjuntura de avanços das startups em relação a momentos anteriores. Ainda, sugere-se a continuidade ao tema de construções modulares, para analisar cases específicos e técnicas utilizadas nos empreendimentos, para expandir o conhecimento referente a esta técnica construtiva e como vem contribuindo para o avanço do setor.

Ainda, sugere-se explorar ainda mais a relação de desafios apresentados no setor da construção civil com soluções criadas por startups, para complementar a teoria já existente no ambiente acadêmico com as soluções que são criadas na prática, de forma a criar um conhecimento sistematizado referente ao tema escolhido.

Por fim, aconselha-se que em trabalhos futuros sejam exploradas as outras soluções apontadas como promissoras de revolucionarem o funcionamento da construção civil, de forma a entender como elas já estão atuando no setor e quais resultados já estão sendo alcançados.

Portanto, considera-se que o autor finaliza tanto a presente pesquisa quanto sua graduação com o sentimento de contribuição ao ambiente acadêmico e preparo para o exercício profissional, após os extensos aprendizados obtidos com o desenvolvimento deste Trabalho.

6.3 SOBRE O AUTOR

O autor da presente pesquisa já vem de uma formação prévia no setor da construção civil, ao ter a oportunidade de cursar o curso técnico de Edificações, de forma integrada ao ensino médio. Desde lá, já teve a oportunidade de vivenciar a dinâmica da construção civil e seus desafios. Foi tendo a oportunidade de ser ensinado por arquitetos e engenheiros que o autor teve o interesse em cursar Engenharia Civil.

Ao longo do curso, o autor teve a oportunidade de fazer parte da empresa júnior do curso e Federação das Empresas Juniores do Estado, que proporcionaram uma formação empreendedora exemplar além da visão técnica da construção civil. Ao passar por experiências profissionais que complementaram inovação e construção

civil, o autor tornou-se cada vez mais crítico quanto a dinâmica do setor e seus desafios de evolução, o que o fez se questionar se não haveria técnicas mais inovadoras e produtivas de se construir.

Nesse contexto, o autor teve a oportunidade de conhecer a técnica construtiva de construções modulares, que despertou seu interesse em se aprofundar no assunto, para entender profundamente suas características, como as empresas estão criando suas soluções e quem são as pessoas que estão por trás disso. Assim, essa pesquisa mostra um lado da Engenharia Civil que todos desejam ver, o lado da inovação, da produtividade e do baixo desperdício.

É com muita satisfação que o autor finaliza esta pesquisa e esta graduação. Nascido e morador na cidade desta Universidade e muito orgulhoso em ser o primeiro componente da família a se formar em uma universidade federal, chega-se ao final com o sentimento de dever cumprido e com a percepção de que o aprendizado com esta pesquisa foi de extrema relevância. Espera-se que outros profissionais e graduandos possam utilizá-la para expandir ainda mais os conhecimentos relacionados a esta incrível técnica construtiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÇO na construção civil: entenda a alta do preço e demanda! **Manturi**, [S.l: s.n], 2021. Disponível em: <https://www.manturi.com.br/aco-na-construcao-civil-entenda-a-alta-do-preco-e-demanda/> Acesso em: 09 de julho de 2022.
- A CONSTRUÇÃO civil é o setor que mais consome aço no país. **Steel Group**, [S.l: s.n], 2019. Disponível em: <https://steelgroup.com.br/blog/a-construcao-civil-e-o-setor-que-mais-consome-aco-no-pais/> Acesso em: 09 de junho de 2022.
- A CONSTRUÇÃO Civil e os Trabalhadores: panorama dos anos recentes. **DIEESE**, 2020. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2020/estPesq95trabconstrucaocivil.pdf> Acesso em: 14 de fevereiro de 2022.
- ALALOUL, Wesan et al. Industry revolution IR 4.0: future opportunities and challenges in construction industry. In: **International Conference on Civil, Offshore & Environmental Engineering - ICCOEE 2018**, Kuala Lumpur, Malaysia, 2018. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Industry-Revolution-IR-4.0%3A-Future-Opportunities-in-Alaloul-Liew/ec9fea79f2844605726d0b21abfb2438c016b244> Acesso em: 09 de abril de 2022.
- ALICKE, Knut; RACHOR, Jürgen; SEYFERT Andreas. Supply Chain 4.0 – the next generation digital supply chain. **McKinsey**, [s.l], 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/supply-chain-40-the-next-generation-digital-supply-chain> Acesso em: 03 de abril de 2022.
- ALVES, Thais da Costa Lago; TOMMELEIN, Iris Denise. **Cadeia de suprimentos da construção: análise e simulação computacional**. Ambiente Construído, v. 7, n. 2, Porto Alegre, 2007.
- AUMENTO do consumo interno de madeira passa pela retomada da construção civil. **ABIMCI**, 2017. Disponível em: <https://abimci.com.br/en/aumento-do-consumo-interno-de-madeira-passa-pela-retomada-da-construcao-civil-2/> Acesso em: 09 de junho de 2022.
- BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- BARBOSA, F. et al. Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. **McKinsey Global Institute**, 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-executive-summary.pdf> Acesso em: 07 de janeiro de 2022.

BASTOS, Raphael de C.S.C. **Da coordenação modular à construção modular: estudo de caso**. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

BAÚ, Gabriela. **Construções modulares: mapeamento do processo executivo de edificações em chassi de aço**. Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

BERTRAM, Nick et al. Modular Construction: From projects to products, Capital Projects & Infraestructure. **McKinsey**, Reino Unido, 2019. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/modular-construction-from-projects-to-products> Acesso em: 15 de abril de 2022.

BLANK, Stevie. **What's a Startup? First Principles**. 2010. Disponível em: <https://steveblank.com/2010/01/25/whats-a-startup-first-principles/> Acesso em: 10 de janeiro de 2022.

BLOKABLE. Página Inicial, 2022. Disponível em: <https://blokable.com/vim/>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

BLOKABLE Closes \$23 Million in Series A Financing to Lower the Cost of Developing, Building, and Owning Multi-Family Housing in West Coast Communities. **News Provided**, 2019. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/news-releases/blokable-closes-23-million-in-series-a-financing-to-lower-the-cost-of-developing-building-and-owning-multi-family-housing-in-west-coast-communities-300903401.html>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

BRASIL ao Cubo. Página inicial, 2022. Disponível em: <https://brasilaocubo.com/> Acesso em: 18 de abril de 2022.

CADEIA logística da construção civil: 7 conceitos fundamentais. **Mobuss**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/cadeia-logistica/> Acesso em: 10 de abril de 2022.

CADEIA Produtiva da Construção. **FIESP**, 2022. Disponível em: <https://infografico-cadeia-da-construcao.fiesp.com.br//setor.aspx?codigo=1> Acesso em: 17 de abril de 2022.

CARRILO, Ana Flávia. Fases De Uma Startup: Saiba Tudo Sobre Cada Etapa. ABStartups, 2019. Disponível em: <https://abstartups.com.br/fases-de-uma-startup-saiba-tudo-sobre-cada-etapa/> Acesso em: 17 de abril de 2022.

CARVALHO, Bruno Soares de. **Um método de entrega de projeto para construção modular baseado nos princípios lean**. Tese (Doutorado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

CASEIRO, Angélique. **O sistema construtivo modular em madeira como contributo à arquitetura sustentável**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2013.

CASTAGNINO, Santiago et al. 6 ways the construction industry can build for the future. **World Economic Forum**, [s.l.], 2018. Disponível em:

<https://www.weforum.org/agenda/2018/03/how-construction-industry-can-build-its-future/> Acesso em: 03 de abril de 2022.

CHESBROUGH, Henry; BOGERS, Marcel. Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. *New Frontiers in Open Innovation*, Oxford: **Oxford University Press**, 2014. Disponível em: https://ppnt.poznan.pl/wp-content/uploads/2016/09/Chesbrough_Bogers-2014-ExplicatingOpenInnovation.pdf Acesso em: 25 de março de 2022.

COM investimento de R\$ 40 mi Tecverde inicia expansão para interior de São Paulo. **Brasil Engenharia**, 2016. Disponível em: <http://brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/16036-com-investimento-de-r-40-mi-tecverde-inicia-expansao-para-interior-de-sao-paulo>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

CONSTRUÇÃO civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho. **ANAMT**, [s.l.], 2019. Disponível em: <https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/> Acesso em: 14 de fevereiro de 2022.

CONSTRUÇÃO civil lidera a geração de empregos em 12 estados do país. **CBIC**, [s.l.], 2020. Disponível em: https://cbic.org.br/es_ES/construcao-civil-lidera-a-geracao-de-emprego-em-12-estados-do-pais/ Acesso em: 07 de novembro de 2021.

CONSTRUÇÃO civil superou todas as expectativas e cresceu 9,7% em 2021. **CBIC**, [s.l.], 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/03/informativo-economico-pib-04-marco-2022.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2022.

CONSTRUÇÃO do amanhã. **Deloitte** [S.l: s.n], 2020. Disponível em: http://images.e-mail.deloittecomunicacao.com.br/Web/DeloitteToucheTohmatsuAuditoresIndependente/%7B9d909587-4dcf-489f-ab79-f19b2409b2a3%7D_Deloitte-construcao-amanha.pdf?utm_campaign=fa-062020-pesquisa-terracota-download&utm_medium=email&utm_source=Eloqua&idcmp=br%3A2em%3A3cc%3A4elqbr%3A5gen%3A6oth Acesso em: 16 de abril de 2022.

CONSTRUÇÃO modular: conheça os materiais usados. **Módulo Sequência**, 2021. Disponível em: <https://modulosequencia.com/2021/02/22/construcao-modular/> Acesso em: 21 de abril de 2022.

CONSTRUTECH especialista em madeira: Urbem recebe aporte de R\$ 102 milhões. **Gazeta do Povo**, 2021. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/gazz-conecta/urbem-startup-madeira-engenheirada-aporte-103-milhoes-reais/> Acesso em: 26 de junho de 2022.

CONSTRUTORAS de pequeno porte são a maioria. **CBIC**, [s.l.], 2013. Disponível em: https://cbic.org.br/es_ES/construtoras-de-pequeno-porte-sao-a-maioria/ Acesso em: 14 de fevereiro de 2022.

COSTA, Alexandre Machado da. **Análise de fatores críticos na tomada de decisão de gestores de venture capital quanto a investimentos no mercado**

brasileiro. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis), Unisinos, Porto Alegre, 2020.

CRUNCHBASE, 2022. Página Inicial. Disponível em: <https://www.crunchbase.com/> Acesso em: 10 de julho de 2022.

CRUZ, Talita. O que é coliving? Tudo o que você precisa saber! **Viva Decora**, 2021. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/coliving/> Acesso em: 18 de junho de 2022.

DECHEN, Kelvin. **Análise da Transformação Digital e Gestão da Inovação de uma Incorporadora Brasileira de Grande Porte**. Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2020.

DECHEN, Kelvin. Chegou a hora de decolagem das construtechs? Terracotta Ventures, 2021. Disponível em: <https://www.terracotta.ventures/blog/chegou-a-hora-de-decolagem-das-construtechs?categoryId=140605> Acesso em: 17 de abril de 2022.

DEITOS, Paulo. Os 4 estágios de crescimento de uma startup. **Startse**, 2021. Disponível em: <https://app.startse.com/artigos/os-4-estagios-de-crescimento-de-uma-startup> Acesso em: 17 de abril de 2022.

DÉFICT Habitacional é de 5,877 Milhões de Moradias no País. **CBIC**, [s.l.], 2021. Disponível em: https://cbic.org.br/es_ES/deficit-habitacional-e-de-5877-milhoes-de-moradias-no-pais/ Acesso em: 07 de novembro de 2021.

DEXCO anuncia investimento de até R\$ 74 milhões na construtech Brasil ao Cubo. **Anamaco**, 2022. Disponível em: <http://www.revistaanamaco.com.br/dexco-anuncia-investimento-de-ate-r-74-milhoes-na-construtech-brasil-ao-cubo>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

DOERMANN, Jessica et al. **High-Rise Modular Construction - A Review of the Regulatory Landscape and Considerations for Growth**. CSA Group, 2020. Disponível em: <https://www.csagroup.org/wp-content/uploads/CSA-Group-Research-High-Rise-Modular-Construction.pdf> Acesso em: 23 de abril de 2022.

DURATEX cria Corporate Venture Capital para investimentos em startups e scale-ups. **Dexco** [S.l: s.n], 2021. Disponível em: <https://www.dex.co/pt/noticias/duratex-cria-corporate-venture-capital-para-investimentos-em-start-ups-e-scale-ups> Acesso em: 16 de abril de 2022.

EDIFÍCIO ao estilo “lego” é construído em 100 dias no Brasil. **Estadão Conteúdo**, 2021. Disponível em: <https://investnews.com.br/geral/edificio-ao-estilo-lego-e-construido-em-100-dias-no-brasil/> Acesso em: 14 de abril de 2022.

EDIFÍCIOS de madeira revolucionam a construção civil. **Exame**, [S.l: s.n], 2022. Disponível em: <https://exame.com/negocios/edificios-de-madeira-revolucionam-construcao-civil/>. Acesso em: 09 de junho de 2022.

ENDURING Ideas: The Three horizons of growth. McKinsey [S.l: s.n], 2009. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/enduring-ideas-the-three-horizons-of-growth> Acesso em: 16 de abril de 2022.

FANTIN, Elvira. **No embalo da madeira, exportações paranaenses para os EUA sobem 47,6% em 2021**. Gazeta do Povo, 2022. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/parana/exportacoes-do-pr-para-os-eua-crescem-476-madeira-lidera/> Acesso em: 09 de junho de 2022.

FARMER, Mark. The Farmer Review of the UK Construction Labour Model. **Construction Leadership Council**, 2016. Disponível em: <https://www.constructionleadershipcouncil.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/Farmer-Review.pdf> Acesso em: 06 de janeiro de 2022.

FAVARIN, Julio Vicenti Rinaldi; PINTO, Marcos Mendes de Oliveira. Aplicabilidade do modelo de inovação aberta em setores não-baseados em ciência: uma investigação teórica. In: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 29. Salvador, 2009. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_098_660_14647.pdf Acesso em: 16 de abril de 2022.

FARIAS, Talita Moreira. **Análise do processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa de tecnologia a partir da metodologia lean startup**. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, João Monlevade, 2016. Disponível em: https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/471/1/MONOGRAFIA_An%c3%a1lise%20ProcessoDesenvolvimento.pdf Acesso em: 17 de abril de 2022.

FERNANDES, Djair Roberto. **Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia**. Revista de Ciências Jurídicas, UNOPAR, Londrina, v. 13, n. 2, p. 57-68, 2012. Disponível em: <https://revistajuridicas.pgsskroton.com.br/article/view/720> Acesso em: 05 de junho de 2022.

FONSECA Marcelo. A construção modular e sua utilização nos hospitais de campanha. **Aecweb**, 2021. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-construcao-modular-e-sua-utilizacao-nos-hospitais-de-campanha_20245 Acesso em: 23 de abril de 2022.

FRANÇA, Erich Takachi Ychisawa. **Materiais empregados na construção modular: cenário atual e potencialidades**. Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, 2021.

FRANGANILLO, Ignacio. Quais os tipos de inovação e seus horizontes? **ACE** [S.l: s.n], 2020. Disponível em: <https://acestartups.com.br/tipos-de-inovacao-horizontes/> Acesso em: 16 de abril de 2022.

FRANK, Alexandre German et al. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330493394_Servitization_and_Industry_40_c

onvergence_in_the_digital_transformation_of_product_firms_A_business_model_innovation_perspective Acesso em: 12 de abril de 2022.

GERDAU adquire participação na empresa Brasil ao Cubo. **Gerdau**, 2020. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/sobre-nos/noticias/gerdau-adquire-participacao-na-empresa-brasil-ao-cubo>. Acesso em: 18 de junho de 2022.
GERDAU compra participação em construtora norte-americana de casas pré-fabricadas. **Gerdau**, 2022. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/gerdau-ggbr4-compra-participacao-em-construtora-norte-americana-de-casas-pre-fabricadas/> Acesso em: 10 de julho de 2022.

GERDAU investe em startup para a construção de casas pré-fabricadas inteligentes e sustentáveis. **Gerdau** [S.l: s.n], 2021. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/sobre-nos/noticias/gerdau-investe-em-startup-para-construcao-de-casas-pre-fabricadas-inteligentes-e> Acesso em: 16 de abril de 2022.

GERDAU Next lança aceleradora de startups. **Gerdau** [S.l: s.n], 2020. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/sobre-nos/noticias/gerdau-next-lanca-aceleradora-de-startups> Acesso em: 16 de abril de 2022.

GERETO, Marco Antonio Silveira. **Caracterização do Ciclo de Investimentos de Venture Capital em Startups Brasileiras em Termos de Rodadas de Investimentos e Estratégias de Desinvestimento a Partir de Dados da Crunchbase**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como classificar as pesquisas?** 2002. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38881088/como_classificar_pesquisas-with-cover-page-v2.pdf?Acesso em: 05 de junho de 2022.

GISH, Doug. Digital Supply Networks. **Deloitte**, [s.l], 2017. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/operations/solutions/gx-digital-supply-networks.html> Acesso em: 04 de abril de 2022.

HAGA, Heitor Cesar Riogi. **Gestão da Rede de Suprimentos na Construção Civil: Integração a um Sistema de Administração da Construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

HAITO, Ricardo Oviedo; CARDOSO, Francisco Ferreira; MORATTI, Tathyana. Desafios da gestão da produção na construção 4.0. In: **XI Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, 11. Londrina 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336926912_Desafios_da_gestao_da_producao_na_construcao_40 Acesso em: 13 de abril de 2022.

HAMACHER, Sílvio; SCAVARDA, Luis Felipe Roriz. Evolução da Cadeia de Suprimentos da Indústria Automobilística no Brasil. **RAC**, [s.l.], v. 5, n. 2, Mai/Ago 2001.
Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/GwLRhvp36JFMg4kFbs9nsdx/?format=pdf&lang=pt>

Acesso em: 14 de fevereiro de 2022.

HERMANN, Mario; OTTO, Boris; PENTEK, Tobias. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. [S.l.: s.n], 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review Acesso em: 13 de abril de 2022.

INDÚSTRIA da construção reduz o número de acidentes do trabalho. Sinduscon-SP, [s.l], 2021. Disponível em: <https://sindusconsp.com.br/industria-da-construcao-reduz-o-numero-de-acidentes-do-trabalho/> Acesso em: 14 de fevereiro de 2022.

INDÚSTRIA 4.0: Internet das Coisas. **FIRJAN**, Rio de Janeiro, 2016.

INFORMATIVO CBIC – Economia nacional e Construção Civil: Desempenho Recente e Perspectivas. **CBIC**, 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/02/ieda.pdf> Acesso em: 13 de fevereiro de 2022.

INOVAÇÃO Aberta: uma alternativa eficaz para acompanhar as mudanças no mundo. **Semente Negócios**, 2020. Disponível em: <https://www.sementenegocios.com.br/blog/inovacao-aberta> Acesso em: 16 de abril de 2022.

IVONIKA, Alex. Por que startups morrem. **Opinião**, 2021. Acesso em: 09 de junho de 2022. Disponível em: <https://productoversee.com/por-que-startups-morrem/#:~:text=Produto%20ou%20solu%C3%A7%C3%A3o%20n%C3%A3o%20atendem,neg%C3%B3cio%20deixa%20de%20ser%20competitivo>

JORGE, Liliam Perdeneiras; RAVACHE, Rosana Lia. Construção modular pré-fabricada, o futuro da arquitetura no Brasil. **Connection Line**, n.24, [s.l], 2020.

KLEIN, Marcos et al. Análise compreensiva de variáveis que podem influenciar a captação de capital de risco pelas startups. **Remipe**, v.5, 2019. Acesso em: 09 de junho de 2022. Disponível em: <http://remipe.fatecosasco.edu.br/index.php/remipe/article/view/136/164>

KUNTHARA, Sofia. What Kattera's Collapse Means For Construction Tech Investment. **Crunchbase**, 2021. Disponível em: <https://news.crunchbase.com/venture/kattera-construction-tech-startups-vc-investment/> Acesso em: 18 de junho de 2022.

LAMOUNIER, Aline Marques et al. **Desenvolvimento de construções modulares através do sistema construtivo light steel frame**. 2021.

LORETO, Bruno. **Mercado de construtechs e proptechs cresce 235% nos últimos cinco anos**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/mercado-de-construtechs-e-proptechs-cresce-235-nos-%C3%BAltimos-loreto/?originalSubdomain=pt> Acesso em: 17 de abril de 2022.

LORETO, Bruno. O que é uma Construtech? **Construtech Ventures**, 2017. Disponível em: <https://construtechventures.com.br/blog/o-que-e-uma-construtech/> Acesso em: 17 de abril de 2022.

LORETO, Bruno. Revolução das Proptechs e Construtechs. **Terracotta Ventures**, 2021. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1gXVOfxDu3njc9iRWVUVHv2HC1J-uJ_JS/view?usp=sharing Acesso em: 07 de novembro de 2021.

LIMA, Tomás. Indústria 4.0 na Construção Civil – o que você precisa saber. **Sienge**, 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/industria-4-0-na-construcao-civil/> Acesso em: 23 de março de 2022.

LINS, Paulo. O PAC Valeu a Pena? **IBRE**, [s.l.], 2017. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/o-pac-valeu-pena> Acesso em: 12 de fevereiro de 2022.

MANUAL da construção industrializada. **ABDI**, Volume 1, 2017. Disponível em: https://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/04/Manual_versao_digital.pdf Acesso em: 19 de junho de 2022.

MAPA de Construtechs e Proptechs 2021. **Terracotta Ventures**, 2021. Disponível em: <https://www.terracotta.ventures/mapa-de-startups-2021> Acesso em: 09 de junho de 2022.

MAPA de Construtechs e Proptechs 2022. **Terracotta Ventures**, 2022. Acesso em: 04 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.terracotta.ventures/mapa-de-startups-2022>

MCMILLAN, Margaret; RODRIK, Dani. Globalizations, Structural Change, and Productivity Growth. **National Bureau of Economic Research**, [s.l.], 2011. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w17143> Acesso em: 07 de novembro de 2021.

MELLO, Rodrigo Bandeira de. **O Estudo da Mudança Estratégica Organizacional em Pequenas Empresas de Construção de Edificações: Um Caso Em Florianópolis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

MERCADO de alto padrão se manterá aquecido em 2022. **Glab**, 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/imoveis-de-valor/noticia/2022/04/01/mercado-de-alto-padrao-se-mantera-aquecido-em-2022.ghtml>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

MERLO, Thiago Bruno Scussiato. **Gestão de projetos modulares com o auxílio da tecnologia BIM**. Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2015.

MODULARIS Offsite Building. Página inicial, 2022. Disponível em: <https://modularis.com.br/>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

MORA Rocks. Página inicial, 2022. Disponível em: <https://mora.rocks/> Acesso em: 18 de junho de 2022.

MODULIZE, 2022. Página Inicial. Disponível em: <https://www.modulize.io/> Acesso em: 10 de julho de 2022.

MOURA, Artur; SÁ, Maria das Vitórias V. A. Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável. **Revista Tecnologia & Informação**, Ano 1, [s.l.], nov/2012-fev/2014. Disponível em: <https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/view/665/407> Acesso em: 22 de abril de 2022.

NASCIMENTO, Luciano. **Alta do aço causa queda no setor da construção no 1º trimestre de 2022**. Agência Brasil, Brasília, 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-05/alta-do-aco-causa-queda-no-setor-de-construcao-no-1o-trimestre-de-2022> Acesso em: 09 de junho de 2022.

NASCIMENTO, Luiz Antônio do; SANTOS, Eduardo Toledo. **A indústria da construção na era da informação**. Ambiente Construído, v.3, p.71, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3443/1857> Acesso em: 12 de fevereiro de 2022.

NEXT FLOOR. Plataforma Inovação Aberta da Cyrela, 2022. Página inicial. Disponível em: <https://nextfloor.com.br/> Acesso em: 16 de abril de 2022.

NOAH Wood Building Design. Página inicial, 2022. Disponível em: <https://noahtech.com.br/> Acesso em: 18 de junho de 2022.

OESTERREICH, Thuy Duong; TEUTEBERG Frank. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, 83, 121-139, [s.l.], 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308909169_Understanding_the_implications_of_digitisation_and_automation_in_the_context_of_Industry_4_0_A_triangulation_approach_and_elements_of_a_research_agenda_for_the_construction_industry Acesso em: 09 de abril de 2022.

OLIVEIRA, F. G. de. **Licitações sustentáveis no subsector de edificações públicas municipais: modelo conceitual**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

OLIVEIRA, Paulo. Kattera: Um final dramático, mas um exemplo do qual devemos tirar boas lições. **C3 Clube**, 2021. Disponível em: <https://c3clube.com.br/kattera-um-final-dramatico-mas-um-exemplo-do-qual-devemos-extrair-boas-licoas/> Acesso em: 10 de julho de 2022.

OLIVEIRA, Paulo Sérgio Ferreira de. Modular Building: Benefícios da Construção Modular. **Sienge**, 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/modular-building/> Acesso em: 21 de abril de 2022.

OLIVEIRA, Sonia V. W. B. de; GIRALDI, Janaina E. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo. 03 out. 2018. Apresentação de slides. 32 slides. Aula da disciplina RAD 5004 da USP. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2202798/mod_resource/content/1/Aula%206%20An%C3%A1lise%20e%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Dados%20016.pdf . Acesso em 05 de junho de 2022.

OPEN DEXCO. Programa de Inovação Aberta da Dexco, 2022. Página inicial. Disponível em: <https://innovationlatam.com/ch/dexco> Acesso em: 16 de abril de 2022.

O que é construção modular? **Aiza Engenharia**, 2017. Disponível em: <https://aiza.com.br/o-caminho-sem-volta-da-construcao-modular/> Acesso em: 16 de abril de 2022.

O que é construção modular? **Tecnoframe**, 2020. Disponível em: <https://tecnoframe.com.br/o-que-e-construcao-modular/> Acesso em: 23 de abril de 2022.

O que é proptech e qual é seu papel no mercado imobiliário? **Loft**, 2021. Disponível em: <https://blog.loft.com.br/proptech/> Acesso em: 17 de abril de 2022.

PARANÁ é um dos líderes de produção madeireira do Brasil. **G1 PR**, 2021. Disponível em: <https://apreflorestas.com.br/noticias/parana-e-um-dos-lideres-na-producao-madeireira-do-brasil/> Acesso em: 09 de junho de 2022.

PARKSIDE Modern Housing. Página inicial, 2022. Disponível em: <https://www.parkside.com.br/> Acesso em: 18 de junho de 2022.

PEDROSO, Sharon Passini et al. **Steel Frame na construção civil**. In: 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, Cascavel, 2014. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf> Acesso em: 09 de junho de 2022.

PEREIRA, Flávyia. Dexco investe R\$ 15 milhões na Noah, focada na construção civil sustentável. **Valor Investe**, 2021. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/noticia/2021/09/08/dexco-investe-r-15-milhes-na-noah-focada-na-construo-civil-sustentvel.ghtml> Acesso em: 18 de junho de 2022.

PESQUISA Anual da Indústria da Construção - PAIC. **IBGE**, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=destaques>. Acesso em: 09 de junho de 2022.

PLANT Prefab, 2022. Página Inicial. Disponível em: <https://www.plantprefab.com/> Acesso em: 10 de julho de 2022.

POPPER, Karl Raimund. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária**. São Paulo: Itatiaia: EDUSP, 1975.

POR uma economia circular na indústria da construção civil. **EXAME**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://exame.com/colunistas/impacto-social/por-uma-economia-circular-na-industria-da-construcao-civil/> Acesso em: 07 de novembro de 2021.

PRECISAMOS falar sobre a Katerra. **Terracotta Ventures**, 2021. Disponível em: <https://www.terracotta.ventures/blog/terra-news-8> Acesso em: 10 de julho de 2022.

PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. **Perspectiva**, São Paulo. 2004, p.3.

QUATRO fases que a startup precisa superar para dar certo. **STARTUPI**, 2020. Disponível em: <https://startupi.com.br/2020/12/4-fases-que-a-startup-precisa-superar-para-dar-certo/> Acesso em: 17 de abril de 2022.

QUINTÃO, Chiara. PIB da Construção Civil cresceu 8% em 2021, diz Sinduscon – SP. **Valor**, [s.l.], 2021, São Paulo. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/01/13/pib-da-construcao-civil-cresceu-8percent-em-2021-diz-sinduscon-sp.ghtml> Acesso em: 12 de fevereiro de 2022.

REPORT de Construção Modular Offsite 2020. Terracotta Ventures, 2020. Disponível em: https://www.terracotta.ventures/report-construcao-modular?utm_source=artigo&utm_medium=kelvin&utm_campaign=report-cm-2020 Acesso em: 07 de novembro de 2021.

RIBAS, Thomaz. **Os três horizontes de inovação revisitados**. Disponível em: <https://thomazribas.com/inovacao/tres-horizontes-de-inovacao#> Acesso em: 16 de abril de 2022.

RIBEIRO, Marcellus Cerejo. **A industrialização como requisito para a racionalização da construção**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - FAU, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

RIES, Eric. **A Startup Enxuta**. Leya, 1º Edição. São Paulo, 2011.

RODRIGUES, H. F. **D. Construção Offsite: Um estudo sobre o método modular de construção**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. São Paulo: Atlas, 1985. 170p.

SANTOS, Altair. Construção 4.0 segue longe do mercado brasileiro. **Cimento Itambé**, 2017. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/construcao-4-0-mercado-brasileiro/> Acesso em: 20 de março de 2022.

SANTOS, Carolina Neiva. **Construção modular: utilização de containers como ambiente construído**. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

SC amplia participação no ranking nacional da construção civil. **Diarinho**, 2021. Disponível em: <https://diarinho.net/materia/627058/SC-amplia-participacao-no-ranking-nacional-da-construcao-civil> Acesso em: 09 de junho de 2022.

SCHRAM, Jess. O Futuro e as Tendências da Supply Chain. **UDS**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://uds.com.br/blog/o-futuro-e-as-tendencias-da-supply-chain/> Acesso em: 10 de abril de 2022.

SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution: What it Means, How to Respond. **World Economic Forum**, 2016. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> Acesso em: 10 de abril de 2022.

SELVA, Vicent. Entra no Clement Canopy, o arranha-céus modular mais alto do planeta. **Idealista**, 2019. Disponível em: <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/internacional/2019/08/19/40590-clement-canopy-o-arranha-ceus-modular-mais-alto-do-mundo-fica-em-singapura> Acesso em: 19 de abril de 2022.

SHIGUE, Erich Kazuo. **Difusão da construção em madeira no Brasil: agentes, ações e produtos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

SILVA, Andreia Aparecida da, et al. **A Utilização da Matriz Swot como Ferramenta Estratégica – um Estudo de Caso em uma Escola de Idioma de São Paulo**. In: VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63505349/swot20200602-72500-2s0s5q-with-cover-page-v2.pdf?> Acesso em: 05 de junho de 2022.

SILVEIRA, Alice de Almeida. **Construção Modular Offsite no Brasil: Desafios e Revisão de Custos**. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SIOTA, José Maria; PRATS, Julia. Corporate Venturing Latam: Corporate Giants' Collaboration with Start-ups in Latin America. **IESE Business School** –University of Navarra, 2020. Disponível em: https://media.iese.edu/research/pdfs/_ST-0533-E.pdf Acesso em: 16 de abril de 2022.

SIP: o sistema construtivo que vai dominar o mercado brasileiro. **Bulltrade**, 2019. Disponível em: <https://www.bulltrade.com.br/post/sip-o-sistema-construtivo-que-vai-dominar-o-mercado-brasileiro> Acesso em: 02 de maio de 2022.

SPADETO, Tatiana Freitas. **Industrialização na construção civil – uma contribuição à política de utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

SPANHOL, Caroline Pauletto et al. Gestão da Cadeia de Suprimentos: um Estudo Bibliográfico. In: **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 30. 2010, São Carlos. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_wic_113_741_16497.pdf Acesso em: 25 de março de 2022.

STARTUPBASE. STARTUPBASE – Estatísticas 2022. Disponível em: <https://startupbase.com.br/home/stats> Acesso em: 17 de abril de 2022.

USO da tecnologia vai transformar o jeito de trabalhar na construção civil. **G1**, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/uso-da-tecnologia-vai-transformar-o-jeito-de-trabalhar-na-construcao-civil.ghtml> Acesso em: 03 de abril de 2022.

VASCONCELOS, Caio Felipe Nunes. **Avaliação do potencial de uso da construção modular com unidades tridimensionais para as habitações no Brasil**. Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

VEDACIT LABS. Programa de Inovação Aberta da Vedacit, 2022. Página inicial. Disponível em: <https://www.vedacit.com.br/vedacit-pro/institucional/vedacit-labs/> Acesso em: 16 de abril de 2022.

VETOR AG. Programa de Inovação Aberta da Andrade Gutierrez, 2022. Página inicial. Disponível em: <http://www.vetorag.com.br/> . Acesso em: 16 de abril de 2022.

TECHOME. Página inicial, 2022. Disponível em: <https://techome.app/> Acesso em: 18 de junho de 2022.

TECVERDE. Página inicial, 2022. Disponível em: <https://www.tecverde.com.br/> Acesso em: 18 de junho de 2022.

TEIXEIRA, João Paulo Gamba. **Uma análise dos conceitos e metodologias de inovação aberta como alternativa para a construção 4.0**. Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

TUDO Que Você Precisa Saber Sobre Startups. **ABSTARTUPS**, 2017. Disponível em: <https://abstartups.com.br/o-que-e-uma-startup/> Acesso em: 17 de abril de 2022.

TZOURMAKLIOTOU, D., Modular Disruption in Construction Industry - The Environmental Benefits. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, Greece, 2021.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ENVIADO PARA AS EMPRESAS

Formulário: Coleta para Trabalho de Conclusão de Curso

Olá empreendedor!

Este formulário contém perguntas para embasar minha pesquisa sobre o potencial da tese de construções modulares no Brasil.

Agradeço o seu tempo em responder!

Nome Completo	*
<input type="text"/>	
Startup	*
<input type="text"/>	
E-mail	*
<input type="text"/>	
Linkedin do(a) Founder/CEO	*
<input type="text"/>	
Qual o ano de fundação da sua empresa?	*
<input type="text"/>	
Qual problema sua startup busca resolver?	*
<input type="text"/>	
Quem é o seu ICP (Ideal Customer Profile)?	*
Especifique se é pessoa física, poder público, hotéis...	
<input type="text"/>	
Como você utiliza da construção modular para gerar valor para os seus clientes?	*
<input type="text"/>	

Quais as características dos módulos utilizados? Quais os materiais utilizados? *

Especifique se são módulos 2D, 3D ou híbridos

A sua startup possui fábrica própria para fabricação dos módulos? *

- Sim
 Não

Conditional field

Como você adquire os módulos? *

Quais parcerias comerciais a sua startup possui? *

Especifique se são empresas de logística, materiais de acabamento, insumos, etc.

A sua startup já recebeu investimento? *

- Sim
 Não

Conditional field

Qual o tamanho da rodada e por qual modalidade? *

Qual trilha de investimento sua startup pretende seguir? *

- Investimento Anjo
 Aceleradora
 Venture Capital
 Corporate Venture Capital
 Aquisição (M&A)
 Não tenho definido
 Outro

Conditional field

Especifique a opção "outro" *

Qual estágio da sua startup? *

Ideação

Validação

Tração

Escala

Onde sua startup está localizada e quais regiões do país a sua startup consegue atender? *

Quais desafios o seu negócio enfrenta por utilizar construções modulares? *

Quais os índices de crescimento da sua startup? *

Se possível, traga números que clareie o crescimento do seu negócio, como número de clientes, crescimento em 2021...

[Submit](#) [✦ Edit label](#)