

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LIZA BRUNA REIS MONTEIRO

INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA DOS DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA
CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA *OFFSITE* NO BRASIL: UM ESTUDO BASEADO
EM *SURVEY*

São Carlos - SP

2026

Liza Bruna Reis Monteiro

Investigação Empírica dos Desafios e Oportunidades da Construção Volumétrica *Offsite*
no Brasil: Um Estudo Baseado em *Survey*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. Área de concentração: Construção Civil.

Orientação: Prof. Dr. José Carlos Paliari
Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

São Carlos

2026

Folha de Aprovação

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a). José Carlos Paliari (UFSCar)

Prof(a). Dr(a). Alberto Casado Lordsleem Júnior (UPE)

Prof(a). Dr(a). Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso (USP)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. José Carlos Paliari, pela orientação dedicada, paciência e generosidade, além do vasto conhecimento e da experiência compartilhados comigo. Suas sugestões precisas e seu olhar rigoroso foram essenciais para a condução e o aprofundamento desta pesquisa.

Agradeço aos membros da banca, Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Junior e Prof. Dr. Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso, pelas valiosas contribuições durante o exame de qualificação que enriqueceram este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv) da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, agradeço pela oportunidade de realizar este mestrado, bem como pelo ambiente acadêmico acolhedor.

Dirijo um agradecimento especial aos docentes do PPGECiv que, com generosidade e apoio, contribuíram para minha formação: Prof^ª. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra, Prof^ª. Dra. Gláucia Maria Dalfré, Prof^ª. Dra. Elaine Guglielmi Pavei Antunes e Prof. Dr. Guilherme Aris Parsekian.

Aos colegas e amigos desta caminhada, em especial Ramon Santos, Cleyton Rocha, Arthur Vasconcelos, Ana Gianello, Karolina Maria, Rayanne Karla, Mayla Stephane, Débora Toledo, Laura Cassini, Andréa Maria, Mauro Sousa, Matheus Cardoso, José Thiago e tantos outros que compartilharam os desafios, alegrias e aprendizados dessa jornada, deixo minha gratidão pela amizade, pela parceria e pelo afeto.

À minha família, alicerce de minha trajetória, agradeço profundamente. Aos meus pais, Luiz Ernani Machado Monteiro e Sarah Santos dos Reis, à minha avó, Rosa Marlene Santos dos Reis, e aos meus irmãos, Ellen Reis e Eluan Reis, por seu amor incondicional, apoio constante e incentivo em cada etapa desta jornada e pela compreensão em momentos de ausência. Agradeço ao José Roberto de Oliveira pelo apoio à pesquisa.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, deixo registrado o meu mais sincero e afetuoso agradecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

MONTEIRO, Liza Bruna Reis. Investigação empírica dos desafios e oportunidades da construção volumétrica *offsite* no Brasil: um estudo baseado em uma *survey*. 2026. 165f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2026.

A industrialização na construção civil consiste na incorporação de técnicas e processos industriais ao desenvolvimento de edificações e infraestruturas, visando aumentar a eficiência, a qualidade, a produtividade e a sustentabilidade. No Brasil, embora haja avanços na adoção de métodos construtivos industrializados, sua disseminação ainda enfrenta restrições técnicas, econômicas, culturais, logísticas e institucionais. Este estudo tem como objetivo investigar os principais desafios da Indústria da Construção Civil Brasileira (ICCB) na adoção da construção volumétrica *offsite*, sob a perspectiva de profissionais do setor, além de identificar ações viáveis para sua superação por meio da metodologia *Survey*. Inicialmente, foi realizada uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), que fundamentou a elaboração de um questionário *Likert*, aplicado a profissionais da cadeia produtiva. Os resultados permitiram categorizar e hierarquizar os desafios em cinco grupos: Financeiros; Técnicos; Logísticos; Culturais e de Mercado; e Governamentais e Regulatórios. Os desafios com Índice de Importância Relativa (IIR) superior a 0,80 foram: transporte de módulos de grande porte; resistência cultural; escassez de competências e de experiência no mercado; falta de isonomia tributária; e lentidão nas reformas estruturais, administrativas e políticas. As categorias mais críticas foram: Financeiros (IIR = 0,830), Governamentais e Regulatórios (IIR = 0,826), e Culturais e de Mercado (IIR = 0,804). Entre as principais ações de superação destacam-se: isonomia tributária, linhas de crédito específicas, incentivos fiscais, programas de inovação e ganho de escala (Financeiros); atualização normativa, simplificação do licenciamento e políticas públicas de incentivo (Governamentais); além de divulgação técnica, projetos-piloto, capacitação de decisores e parcerias estratégicas (Culturais e de Mercado). Espera-se que o estudo contribua para o avanço da industrialização da construção civil no Brasil, oferecendo subsídios técnicos e estratégicos que apoiem decisões públicas e privadas rumo a modelos mais eficientes, inovadores e sustentáveis.

Palavras-chave: construção civil; desafios; industrialização; *offsite*; *Survey*.

ABSTRACT

MONTEIRO, Liza Bruna Reis. Empirical investigation of the challenges and opportunities for volumetric *offsite* construction in Brazil: A *Survey*-Based Study. 2026. 165p. Master's Dissertation in the Graduate Program in Civil Engineering – Federal University of São Carlos, São Carlos, SP, 2026.

Industrialization in the construction sector aims to enhance efficiency, quality, productivity, and sustainability by adopting industrial production methods. Despite gradual progress in Brazil, the large-scale implementation of industrialized construction - particularly volumetric *offsite* construction - remains constrained by multiple technical, economic, cultural, logistical, and institutional barriers. This study investigates the main challenges faced by the Brazilian Construction Industry in adopting volumetric *offsite* construction and identifies viable strategies to overcome them. A Systematic Literature Review was conducted to identify and consolidate the principal challenges reported in the Brazilian context. These findings informed the development of a *Likert*-scale questionnaire, which was pilot-tested and subsequently administered to professionals across the construction supply chain via survey. The results were analyzed through the Relative Importance Index (RII), enabling the ranking and categorization of challenges. The findings indicate that the most critical challenge categories are Financial (RII = 0.830), Governmental and Regulatory (RII = 0.826), and Cultural and Market-related (RII = 0.804). The highest-ranked individual challenges (RII > 0.80) include the transportation of large-scale modules, cultural resistance, shortage of skilled labor and market experience, lack of tax neutrality, and slow structural and administrative reforms. Proposed strategies to address these barriers include fiscal incentives and specific credit lines, regulatory updates and streamlined licensing, and enhanced technical dissemination, pilot projects, and stakeholder training. The study contributes empirical evidence to support decision-making by public and private stakeholders. It provides strategic guidance to foster the broader adoption of volumetric *offsite* construction in Brazil, promoting a transition towards more efficient and sustainable construction models.

Keyword: construction industry; challenges; industrialization; *offsite*; *Survey*.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Sistema de Construção Modular</i>	24
<i>Figura 2 - Construção Industrializada e Construção Offsite</i>	25
<i>Figura 3 - Construção Volumétrica Offsite de um Pod</i>	28
<i>Figura 4 - Construção Modular de uma Escola</i>	28
<i>Figura 5 - Construção de um edifício modular completo</i>	28
<i>Figura 6 - Complexidade e escala da Construção Offsite</i>	29
<i>Figura 7 - Etapas para a realização da Survey</i>	60
<i>Figura 8 – Etapas da pesquisa</i>	60
<i>Figura 9 - Etapas para a Realização da RBS Roadmap</i>	62
<i>Figura 10 - Fluxograma Prisma após leitura completa dos artigos</i>	66
<i>Figura 11 - Nuvem de palavras-chave relacionadas ao trabalho</i>	68
<i>Figura 12 - Nuvem de palavras-chave conforme ano de publicação</i>	68
<i>Figura 13 - Mapa de Calor com os termos utilizados na pesquisa</i>	69
<i>Figura 14 - Grau de formação dos respondentes</i>	85
<i>Figura 15 - Área de formação dos respondentes</i>	86
<i>Figura 16 - Área de atuação dos respondentes</i>	87
<i>Figura 17 - Tempo de atuação dos respondentes na área</i>	88
<i>Figura 18 - Nível de experiência dos respondentes na área</i>	89
<i>Figura 19 - Nível de conhecimento dos respondentes na área</i>	89
<i>Figura 20 - Região de atuação dos respondentes na área</i>	90
<i>Figura 21 - Porte da entidade de atuação dos respondentes</i>	91
<i>Figura 22 - Relação da entidade dos respondentes com a área</i>	92
<i>Figura 23 - Desafios Técnicos conforme escala Likert</i>	94
<i>Figura 24 – Desafios Técnicos: Quadro de calor conforme escala Likert</i>	94
<i>Figura 25 - Desafios Logísticos conforme escala Likert</i>	96
<i>Figura 26 – Desafios Logísticos: Quadro de calor conforme escala Likert</i>	96
<i>Figura 27 - Desafios Culturais e de Mercado conforme escala Likert</i>	98
<i>Figura 28 – Desafios Culturais e de Mercado: Quadro de calor conforme escala Likert</i>	98
<i>Figura 29 - Desafios Governamentais e Regulatórios conforme escala Likert</i>	99
<i>Figura 30 – Desafios Governamentais e Regulatórios: Quadro de calor conforme escala Likert</i>	100
<i>Figura 31 - Desafios entre Categorias conforme escala Likert</i>	101
<i>Figura 32 – Desafios entre Categorias: Quadro de calor conforme escala Likert</i>	101
<i>Figura 33 - Índice de Importância Relativa: Desafios Técnicos</i>	104
<i>Figura 34 - Índice de Importância Relativa: Desafios Logísticos</i>	106
<i>Figura 35 – Índice de Importância Relativa: Desafios Culturais e de Mercado</i>	107
<i>Figura 36 - Índice de Importância Relativa: Desafios Governamentais e Regulatórios</i>	109
<i>Figura 37 - Índice de Importância Relativa: de todas as categorias</i>	111
<i>Figura 38 - Índice de Importância Relativa: entre categorias de desafios</i>	113

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Valores do coeficiente Alfa de Cronbach calculados</i>	83
--	----

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 - Exemplos de construção offsite conforme a literatura</i>	30
<i>Quadro 2 - Subdivisão da Construção Offsite</i>	31
<i>Quadro 3 - Benefícios da Construção Volumétrica Offsite</i>	37
<i>Quadro 4 - Principais Desafios Financeiros</i>	40
<i>Quadro 5 - Principais Desafios Técnicos</i>	45
<i>Quadro 6 - Principais Desafios Logísticos</i>	49
<i>Quadro 7 - Principais Desafios Culturais e de Mercado</i>	52
<i>Quadro 8 - Principais Desafios Governamentais e Regulatórios</i>	55
<i>Quadro 9 - Strings Utilizadas na Pesquisa</i>	63
<i>Quadro 10 - Filtros utilizados na busca</i>	63
<i>Quadro 11 - Critérios de inclusão</i>	64
<i>Quadro 12 - Critérios de exclusão</i>	64
<i>Quadro 13 - Agrupamento por categorias dos desafios apresentados na literatura</i>	70
<i>Quadro 14 – Estrutura do questionário</i>	74
<i>Quadro 15 - Escala Likert utilizada nesta pesquisa</i>	75
<i>Quadro 16 - Etapas do teste piloto</i>	75
<i>Quadro 17 - Termos para as pesquisas das entidades pertinentes</i>	78
<i>Quadro 18 - Coeficientes alfa de Cronbach e níveis de confiabilidade</i>	81
<i>Quadro 19 – Faixa de percentuais: discordância, neutralidade e concordância</i>	102
<i>Quadro 20 - Ações para superar os Desafios Financeiros</i>	117
<i>Quadro 21 - Ações para superar os Desafios Técnicos</i>	119
<i>Quadro 22 - Ações para superar os Desafios Logísticos</i>	121
<i>Quadro 23 - Ações para superar os Desafios Culturais e de Mercado</i>	123
<i>Quadro 24 - Ações para superar os Desafios Governamentais e Regulatórios</i>	125
<i>Quadro 25 - resumo dos desafios mais críticos e ações prioritárias de superação</i>	127

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 QUESTÕES DE PESQUISA	16
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 Geral	17
1.3.2 Específicos	17
1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
1.6 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	19
2.2 CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA OFFSITE	23
2.3 BENEFÍCIOS E OPORTUNIDADES DA CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA OFFSITE	34
2.4 DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA OFFSITE	37
2.4.1 Desafios Financeiros	37
2.4.2 Desafios Técnicos	41
2.4.3 Desafios Logísticos	46
2.4.4 Desafios Culturais e de Mercado	50
2.4.5 Desafios Governamentais e Regulatórios	52
2.5 OPORTUNIDADES PARA A CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA OFFSITE	56
2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS E REGULAÇÕES NO BRASIL	57
3. METODOLOGIA	59
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	59
3.2 ETAPAS DA PESQUISA	60
3.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	61
3.3.1 Processo de busca dos artigos	65
3.3.2 Armazenamento dos artigos	65
3.3.3 Discussão dos resultados da RBS	66
3.3.4 Identificação e agrupamento dos desafios	69
3.4 ELABORAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA	74
3.4.1 Estrutura do questionário <i>Survey</i>	74
3.4.2 Teste Piloto	75
3.4.3 Comitê de Ética em Pesquisa	76
3.5 PESQUISA <i>SURVEY</i>	76
3.5.1 Operacionalização da Pesquisa <i>Survey</i>	76
3.5.2 Seleção dos profissionais respondentes	76
3.5.3 Aplicação do Questionário <i>Survey</i>	79
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	79

3.6.1	Confiabilidade interna do instrumento de pesquisa	79
3.6.2	Importância relativa dos desafios	81
3.6.3	Ações para superação dos desafios	82
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	83
4.1	CONFIABILIDADE INTERNA DO INSTRUMENTO DE PESQUISA	83
4.2	CARACTERIZAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONDENTES	85
4.2.1	Formação acadêmica	85
4.2.2	Atuação profissional	86
4.2.3	Experiência profissional	87
4.2.4	Experiência prática com métodos construtivos <i>offsite</i>	88
4.2.5	Nível de conhecimento sobre construção volumétrica <i>offsite</i>	89
4.2.6	Região de atuação e porte da empresa em que atua	90
4.2.7	Grau de envolvimento das empresas com construção industrializada	91
4.2.8	Resumo do perfil da amostra de respondentes	92
4.3	PERCEPÇÃO DOS DESAFIOS PELOS RESPONDENTES CONFORME ESCALA <i>LIKERT</i>	93
4.3.1	Intracategoria	93
4.3.1.1	Desafios Técnicos	93
4.3.1.2	Desafios Logísticos	96
4.3.1.3	Desafios Culturais e de Mercado	97
4.3.1.4	Desafios Governamentais e Regulatórios	99
4.3.2	Entre categorias	101
4.3.3	Considerações	102
4.4	IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS DESAFIOS	103
4.4.1	<i>Ranking dos Desafios Técnicos</i>	104
4.4.2	<i>Ranking dos Desafios Logísticos</i>	106
4.4.3	<i>Ranking dos Desafios Culturais e de Mercado</i>	107
4.4.4	<i>Ranking dos Desafios Governamentais e Regulatórios</i>	108
4.4.5	<i>Ranking geral dos Desafios</i>	110
4.4.6	<i>Ranking dos desafios entre categorias</i>	113
4.4.7	<i>Síntese dos Rankings</i>	114
4.5	OPORTUNIDADES PARA SUPERAÇÃO DOS DESAFIOS DA CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA <i>OFFSITE</i>	115
4.5.1	<i>Ações para superação dos Desafios Financeiros</i>	116
4.5.2	<i>Ações para superação dos Desafios Técnicos</i>	118
4.5.3	<i>Ações para superação dos Desafios Logísticos</i>	119
4.5.4	<i>Ações para superação dos Desafios Culturais e de Mercado</i>	121
4.5.5	<i>Ações para superação dos Desafios Governamentais e Regulatórios</i>	123
4.5.6	<i>Síntese integrada das ações de superação dos desafios</i>	125
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
6.	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	130
	REFERÊNCIAS	131
	APÊNDICE – A – QUESTIONÁRIO SURVEY APLICADO	137
	APÊNDICE – B – SOLICITAÇÃO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFSCAR	145
	APÊNDICE – C – CÁLCULO DOS VALORES DE ALFA DE CRONBACH	150
	APÊNDICE – D – VALORES CONFORME ESCALA <i>LIKERT</i>	162
	APÊNDICE – E – VALORES DE IIR	165

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor fundamental para o crescimento econômico de um país, pois gera empregos e impulsiona diversas cadeias produtivas. No entanto, a indústria da construção enfrenta desafios significativos relacionados à produtividade, aos custos elevados e ao desperdício de materiais. De acordo com Chandra *et al.* (2023), a produtividade é um fator determinante para o desempenho do setor, sendo influenciada, entre outros aspectos, pela gestão eficiente dos equipamentos de construção, como escavadeiras, tratores, carregadeiras e caminhões basculantes. A adoção de tecnologias e práticas mais eficazes no gerenciamento desses recursos pode impactar diretamente o tempo e o custo das obras, reduzindo ineficiências e desperdícios.

Apesar da importância da construção civil, a execução de projetos ainda se caracteriza por processos fundamentalmente repetitivos e pela necessidade constante de supervisão e monitoramento das atividades. A falta de planejamento adequado e o desperdício de materiais representam desafios persistentes, elevando os custos operacionais e comprometendo a sustentabilidade do setor. Conforme apontado por Chandra *et al.* (2023), uma abordagem estratégica no gerenciamento de equipamentos e processos pode contribuir para otimizar a produtividade e tornar os projetos mais economicamente viáveis. Dessa forma, torna-se essencial explorar soluções inovadoras, como a construção volumétrica *offsite*, que se apresenta como uma alternativa promissora para enfrentar essas limitações estruturais e elevar a eficiência do setor.

A industrialização da construção civil pode ser compreendida como um processo natural e progressivo que busca aumentar a eficiência e o desempenho da atividade construtiva, ao mesmo tempo em que reduz o consumo de recursos. Essa transformação é considerada um caminho inevitável para o setor, pois permite otimizar processos e incorporar novas tecnologias. Historicamente, a construção civil tem sido dividida em construção industrializada e construção tradicional; no entanto, essa dicotomia pode ser questionada, visto que os métodos convencionais também utilizam produtos industriais, ainda que em menor grau (SABBATINI, 1989). Com isso, torna-se essencial compreender e sistematizar os diferentes processos construtivos racionalizados e industrializados, que têm sido o foco do desenvolvimento tecnológico no setor. A construção volumétrica *offsite* surge nesse contexto como um modelo inovador, baseado na fabricação modular e na otimização da produção, promovendo ganhos expressivos em qualidade, produtividade e sustentabilidade.

A construção volumétrica *offsite* é um método construtivo que envolve o planejamento, projeto, fabricação e montagem de elementos estruturais em local diferente daquele onde serão

instalados, permitindo a execução de obras de forma mais rápida e eficiente. Esse conceito insere-se na abordagem mais ampla da construção *offsite*, que engloba técnicas como pré-fabricação, manufatura *offsite*, métodos modernos de construção e construção industrializada (JUNG; LEE; YU, 2021).

A construção *offsite* surgiu no início do século XX e ganhou relevância após a Primeira e a Segunda Guerras Mundiais, como alternativa à reconstrução habitacional em larga escala. A partir dos anos 2000, avanços tecnológicos e melhorias nos métodos construtivos impulsionaram ainda mais essa abordagem, tornando-a aplicável a diferentes tipologias de edificações, como escolas, hospitais, fábricas, hotéis, escritórios e habitações residenciais (JUNG; LEE; YU, 2021).

Nesse contexto, a construção volumétrica *offsite* se destaca por permitir a produção de módulos completos e acabados, que são transportados e instalados no local final da obra. Esse modelo possibilita uma redução significativa dos prazos de execução, maior controle de qualidade e otimização do uso de materiais, tornando-se uma alternativa inovadora para enfrentar desafios da construção civil brasileira, como a ineficiência produtiva, o desperdício de materiais e os altos custos operacionais.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo identificar e analisar os principais desafios que impactam a implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira, com base na percepção de profissionais do setor atuantes nesse segmento. Além de compreender os desafios existentes, a pesquisa busca propor alternativas estratégicas para superá-los, com foco na melhoria da eficiência, da qualidade e da sustentabilidade do setor.

As recomendações serão baseadas em uma análise quantitativa e qualitativa¹ dos fatores críticos e das melhores práticas nacionais e internacionais, considerando a experiência dos profissionais da cadeia produtiva da construção civil. Para isso, será utilizada a metodologia *Survey*, que permite uma abordagem estruturada para a coleta e priorização de desafios e oportunidades, contribuindo para a expansão e a viabilidade da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

1.1 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil desempenha um papel fundamental na economia, mas enfrenta desafios significativos, entre os quais a produtividade limitada e a falta de controle efetivo na produção. Esse quadro conduz a perdas de tempo e de recursos, bem como a uma

¹ *Survey* é uma metodologia de pesquisa quantitativa (embora possa ter elementos qualitativos) usada para coletar dados diretamente de pessoas

imprevisibilidade marcante, o que resulta na imposição de níveis consideráveis de incerteza. Além disso, a deficiência nos projetos e a necessidade frequente de improvisos contribuem para a complexidade desse cenário (ULLAH; LILL; WITT, 2019).

A baixa produtividade na construção civil é influenciada por diversos fatores, entre os quais se destacam a fragmentação do setor e a falta de integração e colaboração entre os agentes da cadeia de valor (BARTLETT *et al.*, 2019). Além disso, desafios como a dificuldade na contratação, qualificação e retenção de mão de obra, especialmente em períodos de alta demanda, deficiências nos processos de engenharia e de projeto, e a insuficiência de investimentos em pesquisa, desenvolvimento, tecnologia e inovação agravam ainda mais esse cenário, impactando diretamente a eficiência do setor (OLIVEIRA, 2024).

A industrialização da construção civil surge como uma alternativa estratégica para mitigar esses desafios, possibilitando maior controle de qualidade, redução de custos e prazos de entrega mais curtos. Além de proporcionar um aumento significativo na produtividade em comparação com a construção convencional, graças ao ambiente de construção em fábrica em oposição ao ambiente de construção no local (O'NEILL *et al.*, 2020).

Algumas das vantagens da adoção da industrialização na construção, especialmente na construção fora do canteiro para a edificação de residências, incluem a fabricação de moradias de qualidade superior, uma produção mais rápida e a custos mais baixos, além de oportunidades de gestão de custos mais eficazes. A eficiência também é aprimorada, a quantidade de resíduos é reduzida, o impacto das condições climáticas é mitigado, há menor demanda por mão de obra e materiais, e os impactos ambientais globais são reduzidos, resultando em menos inconvenientes para os residentes (OFORI-KURAGU; OSEI-KYEI; WANIGARATHNA, 2022).

A construção volumétrica *offsite* se destaca nesse contexto ao permitir a fabricação de módulos tridimensionais em ambientes controlados, com posterior transporte e montagem no local da obra, o que garante maior precisão e eficiência produtiva. Além disso, esse método de construção reduz os impactos climáticos na execução das obras, minimiza o desperdício de materiais, reduz o tempo de construção, reduz os custos, aumenta a segurança e a produtividade, contribuindo para práticas construtivas mais sustentáveis (JUNG; LEE; YU, 2021).

No entanto, a implementação da construção volumétrica *offsite* ainda enfrenta obstáculos significativos. Entre os principais desafios, destacam-se a falta de padronização dos processos construtivos, a resistência cultural à adoção de novos métodos, a escassez de mão de obra qualificada e a ausência de incentivos governamentais específicos para essa abordagem (TAN *et al.*, 2019). Questões logísticas também representam desafios relevantes, especialmente

no que diz respeito ao transporte e à montagem de módulos de grande porte (CHAN *et al.*, 2019). Além disso, há entraves econômicos, como a desigualdade tributária entre os sistemas construtivos industrializados e convencionais, a volatilidade dos preços dos insumos e a ausência de linhas de financiamento específicas para a construção modular (CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES, 2022).

Apesar desses desafios, oportunidades significativas para a adoção da construção volumétrica *offsite* vêm se consolidando. O crescimento da demanda por habitações de qualidade, projetos sustentáveis e soluções rápidas de infraestrutura cria um ambiente favorável à disseminação desse modelo construtivo (SABBATINI, 1989). Além disso, o avanço de tecnologias digitais, como o *Building Information Modeling* (BIM), tem possibilitado um planejamento mais integrado e preciso, reduzindo erros e otimizando os processos de fabricação e montagem de módulos (TAN *et al.*, 2019).

Dessa forma, percebe-se que a implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira enfrenta desafios significativos, o que desperta o interesse de pesquisadores pela identificação e análise dos obstáculos à adoção dessa alternativa construtiva, tanto no processo quanto no produto. Compreendê-los em profundidade é essencial para o desenvolvimento de ações, diretrizes técnicas e políticas públicas mais eficazes, capazes de viabilizar e ampliar o uso dessa tecnologia no setor. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de estudos que avaliem, de forma sistemática, o processo de adoção da construção volumétrica *offsite* no Brasil, a fim de fomentar sua aplicação e maximizar seus benefícios para a eficiência, a qualidade e a sustentabilidade da construção civil.

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Neste trabalho pretende-se responder às seguintes questões de pesquisa:

Quais são os principais desafios (categorização e classificação) enfrentados pela indústria da Construção Civil brasileira na adoção da Construção Volumétrica *Offsite*, sob a ótica dos profissionais atuantes na cadeia produtiva da Indústria da Construção Civil?

Quais são as principais ações apontadas pelos profissionais atuantes na cadeia produtiva da Indústria da Construção Civil para superá-los, considerando a categorização desses desafios?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

Levantar e analisar os principais desafios enfrentados à adoção da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira, sob a ótica dos profissionais atuantes na cadeia produtiva da indústria da construção civil, e identificar ações para superá-los, visando à melhoria da eficiência, da qualidade e da sustentabilidade do setor, utilizando a metodologia *Survey*.

1.3.2 Específicos

- Identificar os principais Desafios Financeiros, Técnicos, Logísticos, Culturais e de Mercado e Governamentais e Regulatórios, que dificultam a implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira com base em Revisão Bibliográfica Sistemática e questionário *Survey*;
- Elaborar o *ranking* dos principais desafios utilizando a *Survey* como metodologia de pesquisa;
- Apresentar ações de superação destes indicados pelos profissionais de mercado.

1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este estudo está delimitado ao contexto brasileiro da Indústria da Construção Civil, considerando suas especificidades institucionais, regulatórias, econômicas e produtivas. A análise concentra-se nos profissionais da cadeia produtiva envolvidos, direta ou indiretamente, na construção volumétrica *offsite*, com base na percepção desses profissionais do setor.

O escopo da pesquisa restringe-se aos desafios, às oportunidades e às ações associadas à implementação de sistemas construtivos baseados em módulos volumétricos tridimensionais, não contemplando comparações internacionais nem outros métodos de construção industrializada que não se enquadrem nessa tipologia. São consideradas aplicações compatíveis com o método: edificações hospitalares modulares, banheiros prontos, escritórios e edifícios comerciais.

No âmbito institucional, o trabalho delimita-se à análise dos desafios normativos e regulatórios, bem como das políticas públicas que afetam a adoção da construção volumétrica *offsite* no Brasil, incluindo normas técnicas, códigos de obras, marcos regulatórios e instrumentos governamentais relevantes ao período da pesquisa.

Por fim, a investigação aborda os aspectos econômicos e financeiros relacionados à adoção do método, como custos, viabilidade econômica e retorno sobre o investimento, com

base na experiência e na avaliação dos profissionais consultados. Não se desenvolvem estudos financeiros aprofundados de casos específicos, priorizando-se uma abordagem analítica baseada em percepções técnicas consolidadas.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este texto apresentado é composto por mais 4 capítulos principais, além deste capítulo introdutório.

No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica do trabalho. Este capítulo fornece uma base conceitual sólida para a compreensão dos temas abordados na pesquisa. O primeiro nível de tópicos secundários abordará os conceitos fundamentais relacionados ao escopo da pesquisa, enquanto os tópicos terciários detalharão aspectos específicos e as inter-relações entre esses conceitos.

No capítulo 3, é apresentada a metodologia de pesquisa, detalhando os passos e os caminhos a seguir para atingir os objetivos propostos. Este capítulo é crucial para a compreensão do processo de coleta e análise de dados, incluindo as estratégias adotadas para garantir a validade e confiabilidade da pesquisa.

No capítulo 4, são apresentados os resultados e a discussão da pesquisa, bem como as questões a serem respondidas. Este capítulo destaca as contribuições esperadas da pesquisa ao conhecimento existente na área de estudo e apresenta uma visão clara dos objetivos e metas a serem alcançados.

No capítulo 5, apresentam-se as considerações finais do trabalho, expondo uma visão geral da pesquisa realizada.

E por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho, seguidas pelos Apêndices.

1.6 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Foi utilizado o *Grammarly* para o refinamento linguístico e a correção gramatical. Os autores declaram que têm total responsabilidade pelo conteúdo apresentado e que todos os dados, interpretações e conclusões foram revisados e validados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a revisão da literatura, fundamentada na investigação das áreas de estudo essenciais ao desenvolvimento desta pesquisa. O objetivo da revisão é compreender, no contexto da construção volumétrica *offsite*, quais são os principais fatores que influenciam sua adoção na construção civil brasileira, bem como identificar as oportunidades e os desafios inerentes à sua implementação.

Para isso, torna-se fundamental examinar o conceito de industrialização na construção civil e a construção volumétrica *offsite*, abordando seus diferentes tipos, características e aplicações. Além disso, é necessário analisar os principais entraves técnicos, econômicos, regulatórios, logísticos e culturais que limitam sua difusão no setor construtivo nacional, bem como explorar as oportunidades que essa tecnologia oferece em termos de eficiência, qualidade e sustentabilidade.

Com base na revisão da literatura, foi possível sistematizar os desafios mais recorrentes à implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira, o que resultou na elaboração de uma planilha categorizada que servirá de referência para a realização do questionário de pesquisa *Survey*, a análise dos dados e as discussões subsequentes neste estudo.

2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Parthasarathy, Murugasan e Murugasan (2017), a construção civil vem crescendo aceleradamente nas cidades metropolitanas dos países desenvolvidos. Já nos países em desenvolvimento, a construção civil tem registrado um aumento no número de edifícios altos, devido ao menor espaço disponível. Destaca-se que a construção de edifícios requer três recursos essenciais: mão de obra, materiais e equipamentos.

Nesse contexto, a industrialização da construção civil envolve a utilização adequada e eficiente desses recursos para otimizar a produtividade. Destaca-se, nos países em desenvolvimento, que a mecanização completa nem sempre é adotada devido à abundância de mão de obra a custos relativamente baixos.

Além disso, observa-se que a produtividade da mão de obra e a eficiência no uso do equipamento variam conforme a atividade de construção, devido a diversos fatores, o que indica que a industrialização da construção civil também envolve a análise e a compreensão desses fatores para melhorar a produtividade e a eficiência nas diferentes etapas do processo construtivo.

Para Chandra, Sepasgozar e Awuzie (2023), o setor da construção civil caracteriza-se pela capacidade de desenvolver projetos de forma eficaz e eficiente. Este setor é conhecido

como um dos pilares principais da economia mundial, desempenhando papel importante no desenvolvimento econômico de uma nação, pois abrange desde a distribuição de empregos até a garantia de moradia de alta qualidade e de alto nível de satisfação.

Para que o conceito de Industrialização na Construção Civil seja devidamente compreendido e aplicado, é fundamental que sua definição esteja alinhada a uma perspectiva organizacional e evolutiva, considerando as transformações tecnológicas e produtivas do setor ao longo do tempo. Segundo Sabbatini (1989), ao propor e adotar uma definição coerente com essa visão, torna-se possível estruturar metodologias e ações que viabilizem a transição para processos construtivos mais eficientes e integrados. Dessa forma, a industrialização não deve ser vista apenas como a substituição de métodos tradicionais, mas sim como uma abordagem sistêmica e progressiva, voltada à otimização da produtividade, da qualidade e da sustentabilidade no ambiente construído. Portanto:

INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO é um processo evolutivo que, por meio de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planejamento e controle, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção, bem como aprimorar o desempenho da atividade construtiva. (SABBATINI, 1989, p. 63).

Para Chandra, Sepasgozar e Awuzie (2023), a industrialização da Construção Civil refere-se à aplicação de métodos industriais, tecnologias avançadas e automação para melhorar a eficiência, a produtividade e a qualidade dos processos de construção. Isso é feito por meio de equipamentos especializados e do monitoramento contínuo das tarefas realizadas.

Existem diversos termos, utilizados de forma intercambiável, para descrever a construção industrializada na indústria global de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Estes termos variam conforme o contexto e foram classificados em diferentes categorias, como construção ou fabricação fora do local, modularização e pré-fabricação.

Segundo Li *et al.* (2020), três abordagens principais compõem o escopo da construção industrializada: a construção *offsite*, a modularização e a pré-fabricação. Essas estratégias estão interligadas e compartilham o objetivo comum de transferir atividades tradicionalmente realizadas no canteiro para ambientes industriais controlados, com vistas à melhoria da eficiência, da qualidade e da sustentabilidade. A construção *offsite* refere-se à execução de processos construtivos fora do local da edificação. A modularização, por sua vez, consiste na divisão da edificação em módulos tridimensionais independentes, produzidos separadamente e posteriormente montados no local definitivo. Já a pré-fabricação envolve a produção antecipada de componentes ou de sistemas construtivos, como painéis, estruturas ou instalações. Tais

abordagens não são excludentes e são frequentemente aplicadas de forma integrada em projetos que visam otimizar o desempenho global da construção.

A construção industrializada se destaca pela redução das atividades no local da construção, transferindo o processo construtivo para um ambiente industrial. Isso envolve a utilização de módulos pré-fabricados, que são transportados ao local da obra e montados para formar uma estrutura completa (DECHEN, 2023). A industrialização na construção civil pode abranger diferentes aspectos, desde a produção de componentes estruturais em fábricas especializadas até a adoção de técnicas avançadas de automação, como a construção robotizada. O objetivo central é transformar a construção civil em um processo mais eficiente, sustentável e inovador, alinhado às práticas e aos avanços observados em setores industriais mais tradicionais.

De acordo com Li *et al.* (2020), a base da construção industrializada é a padronização, que envolve o uso regular e repetitivo de componentes, métodos ou processos com histórico de sucesso e previsibilidade. Embora a customização em massa de componentes de concreto na fábrica possa aumentar a eficiência, isso gera um conflito entre eficiência e flexibilidade. Com o avanço da economia e da sociedade, outros aspectos, como a diversidade, a flexibilidade, a viabilidade construtiva e a estética, ganham importância na construção industrializada. Isso cria desafios à padronização dos componentes, exigindo uma compensação entre padronização e diversidade. O entendimento tradicional da padronização concentra-se na unificação dos componentes, mas a chave está nos métodos ou processos repetitivos, e não apenas neles. Além dos produtos padronizados, a construção industrializada também pode ser alcançada por meio de trabalho e processos padronizados.

Em termos gerais, os métodos de construção fora do local podem proporcionar uma aceleração de 20% a 50% em comparação com as abordagens tradicionais (DECHEN, 2023). Esse aumento de velocidade é particularmente vantajoso para projetos comerciais, industriais e residenciais, proporcionando a oportunidade de antecipar a entrega das habitações. Esse ganho de eficiência não apenas acelera o cronograma de construção, mas também traz implicações financeiras positivas.

Defende-se que a industrialização se assemelha à filosofia de produção enxuta, compartilhando características com a produção automotiva. Concomitantemente, com o intuito de responder de forma ágil às flutuações do mercado, as empresas de construção estão incorporando cada vez mais o paradigma ágil para aprimorar o nível de serviço. A capacidade de se adaptar rapidamente e sincronizar-se com as oscilações do mercado é crucial para assegurar a sobrevivência da construção industrializada (Li *et al.*, 2019).

A industrialização na construção, construção *offsite* ou construção fora do canteiro de obras, para Wu *et al.* (2021), eleva significativamente a produtividade do trabalho por meio de projetos padronizados, com construções modulares e componentes estruturais pré-fabricados para montagem *in loco*. Segundo Wu *et al.* (2021), esse caminho tornou-se essencial para a modernização da construção, pois atraiu a indústria, bem como as autoridades responsáveis por seu desenvolvimento, devido aos resultados da inovação já significativamente positivos em termos de produtividade quando implementados na construção civil.

Ginigaddara *et al.* (2019) afirmam que a construção tradicional se caracteriza pela execução das atividades diretamente no canteiro de obras, com o uso de concreto armado moldado *in loco* e o fornecimento de materiais para um processo construtivo sequencial. Em contraste, a Construção Industrializada (CI) baseia-se na fabricação de componentes em ambiente fabril e na posterior montagem dos edifícios no local da obra. O futuro da CI será significativamente influenciado pela industrialização e pela crescente mudança das atividades de construção, antes realizadas no local, para a pré-fabricação em fábricas externas. Isso significa que os trabalhos no local serão minimizados, com foco na montagem de edifícios ou de componentes de construção, realizada por equipes avançadas de pacotes de trabalho autogeridos.

A combinação de trabalho no local e fora do local varia conforme o tipo de industrialização adotado em um projeto específico. Da mesma forma, a necessidade de trabalhadores qualificados e profissionais, tanto no local quanto fora dele, varia conforme o tipo de Construção Industrializada (JACOBY, 2016).

Ofori-Kuragu, Osei-Kyei e Wanigarathna (2022) apresentam a expressão “Métodos Modernos de Construção” ou apenas “MMC” para se referir às edificações que utilizam tecnologias em seus processos construtivos, diferentemente das construções convencionais, que possuem mais da metade de sua composição por processos artesanais. Também é abordado o termo “construção fora do estaleiro” ou apenas “OSC”, que envolve a fabricação de elementos, componentes ou módulos em uma fábrica, seguida de pré-montagem e instalação no local de construção. Essa abordagem é vista como parte dos Métodos Modernos de Construção, que buscam mecanizar e automatizar os processos construtivos. Por meio da industrialização da construção, a fabricação em ambiente controlado e a pré-fabricação de elementos permitem reduzir o tempo e os custos da construção, além de oferecer maior precisão e consistência nos resultados.

Ahmed (2018) relaciona a industrialização na construção civil a um conjunto poderoso de tecnologias de concepção, construção e gestão, com potencial para fortalecer o setor. Por

meio dessas tecnologias, pode ser viável obter benefícios significativos ao longo do ciclo de vida de um projeto de construção, desde a concepção até a fase de gestão pós-construção. Esses benefícios incluem maior eficiência, melhor colaboração entre as partes envolvidas no projeto, redução de erros e de retrabalho, bem como aprimoramento do planejamento e do controle do projeto. No entanto, enfatiza-se que esses benefícios não têm sido amplamente alcançados na indústria da construção, devido ao fracasso na implementação de tecnologias. Portanto, a industrialização envolve a superação de desafios e obstáculos, bem como a identificação de oportunidades relacionadas à adoção e à implementação efetiva de tecnologias inovadoras no setor de Construção Civil.

Segundo Kineber *et al.* (2023), apesar das vantagens mencionadas, a indústria da construção ainda se encontra em posição inferior à de outros setores industriais, especialmente em países em desenvolvimento, no que se refere à adoção de processos industrializados. Contudo, o uso de tecnologias inovadoras está limitado a setores específicos, e a eficácia dessas tecnologias na indústria da construção ainda não foi amplamente investigada, permanecendo objeto de estudos em escala limitada.

Neste trabalho, adota-se a compreensão de que a industrialização na Construção Civil consiste em um processo organizacional e tecnológico evolutivo, baseado na aplicação de métodos produtivos padronizados, pré-fabricação e automação, com o objetivo de aumentar a eficiência, a produtividade, a sustentabilidade e a qualidade das obras. Esse processo transfere atividades tradicionalmente realizadas no canteiro de obras para ambientes industriais controlados, incorporando práticas como construção *offsite*, modularização e uso de tecnologias digitais, promovendo uma abordagem sistêmica e inovadora para o setor.

2.2 CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA *OFFSITE*

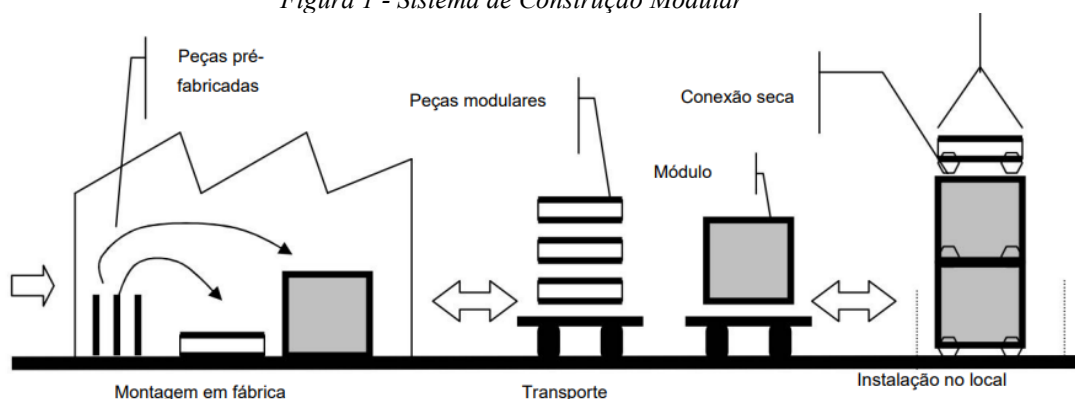
Na construção industrializada, as estratégias fundamentais incluem a construção *offsite* (fora do local), a modularização e a pré-fabricação. Essas técnicas estão estreitamente ligadas, embora cada uma apresente sutilezas específicas e esteja interconectada de maneiras distintas. (LI *et al.* 2020).

A definição de construção industrializada pode variar conforme diferentes autores e abordagens. Höök e Stehn (2008) caracterizam a construção industrializada como aquela cuja produção ocorre predominantemente em ambiente fabril, ficando restrita ao canteiro de obras apenas à montagem das edificações. Dessa forma, esses autores utilizam o termo construção industrializada como sinônimo de construção *offsite*, enfatizando a transferência da produção para fora do local de definição da obra.

Por outro lado, Lessing e Stehn (2020) e Kedir (2020) fazem uma distinção entre esses conceitos, considerando que a construção industrializada é um termo mais amplo, que engloba diferentes métodos e tecnologias, como pré-fabricação, pré-montagem, construção modular, construção *offsite* e o uso de robótica. Além disso, argumenta-se que a construção industrializada deve ser entendida não apenas como um método produtivo, mas também como um modelo de negócios, no qual projeto e fabricação são integrados em um processo construtivo automatizado e alinhado à estrutura organizacional da empresa (FERREIRA, 2024).

A construção modular (Figura 1) pode assumir três formas principais: painelizada, volumétrica ou híbrida. Na abordagem painelizada, utilizam-se painéis bidimensionais, como os de fechamento, lajes e coberturas. Já a construção volumétrica envolve módulos tridimensionais *plug-and-play*, como banheiros e dormitórios prontos, além de módulos de escadas e de elevadores. Esse método se destaca pela alta concentração de atividades fora do canteiro, menor presença de trabalhadores no local, maior segurança operacional e prazos de execução mais curtos. A construção modular híbrida combina elementos das abordagens 3D e de painelização.

Figura 1 - Sistema de Construção Modular



Fonte: Adaptado de Gassel e Roders (2016).

Essa diferença entre os conceitos de Construção Industrializada, Construção Modular e Construção *Offsite* já foi abordada por Warszawski (1999), que destacou o papel essencial da automação na construção industrializada, considerando o uso de máquinas automatizadas na fabricação de componentes construtivos como elemento-chave para distinguir a industrialização da construção *offsite*. Assim, enquanto a construção *offsite* se refere especificamente à produção e montagem fora do canteiro de obras, a construção industrializada engloba um nível mais elevado de automação e integração tecnológica, podendo incluir desde processos robotizados até sistemas inteligentes para otimização da produção.

As definições mais restritivas associadas à construção *offsite* buscam diferenciar os diversos termos utilizados na literatura e organizá-los em categorias distintas, proporcionando uma compreensão mais clara das particularidades de cada conceito. Essa abordagem permite visualizar as diferenças entre os métodos construtivos, facilitando a identificação de suas principais características e aplicações.

A partir dessas classificações, observa-se que a construção industrializada se distingue da simples produção em massa no setor da construção civil. Enquanto a produção em massa se baseia na repetição de processos padronizados em larga escala, a construção industrializada adota uma abordagem *offsite*, com automação e integração tecnológica sistemáticas em seus processos produtivos. Dessa forma, a construção industrializada não se limita à fabricação seriada de componentes, mas também à otimização dos processos construtivos por meio de tecnologias avançadas, o que promove maior precisão, eficiência e controle de qualidade (FERREIRA, 2024). Por meio do diagrama da Figura 2, pretende-se diferenciar os termos Construção Industrializada e Construção *Offsite*.

Figura 2 - Construção Industrializada e Construção *Offsite*



Fonte: Adaptado de Ferreira (2024)

Como já mencionado, a construção *offsite* consiste na fabricação de elementos estruturais e componentes fora do local da construção, em condições controladas, como em fábricas. Esses elementos são então transportados ao canteiro de obras e montados. A NBR 9062 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017) – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado – diferencia e estabelece condições específicas de projeto, produção e controle de qualidade das peças entre elementos pré-fabricados e pré-moldados.

De acordo com esta norma, a estrutura pré-moldada é aquela executada em locais distintos da sua utilização final. Esses elementos são fabricados em condições menos rigorosas, uma vez que podem passar por inspeção na própria construtora ou em empresas especializadas, sem a necessidade de laboratórios ou instalações adicionais para o controle de qualidade. Já a estrutura pré-fabricada é produzida industrialmente, em condições estritas de controle de qualidade, uma vez que deve atender a manuais técnicos que apresentam as especificações e os procedimentos relacionados a moldes, à fabricação de armaduras, ao lançamento de concreto, bem como ao manuseio, ao armazenamento, ao transporte e à montagem.

Para O'Neill *et al.* (2020), a pré-fabricação é caracterizada como a fabricação de elementos estruturais na indústria da construção civil, realizada de maneira cuidadosa e planejada. Posteriormente, esses elementos são transportados ao local da obra para a montagem final. Essa prática remonta a um período considerável, como se evidencia na construção de estradas com blocos de concreto e paralelepípedos sobre trilhos de trem. No entanto, apesar de ser uma técnica antiga na construção, sua aplicação ainda é limitada.

A indústria da construção civil enfrenta desafios crescentes, como o aumento dos custos, a escassez de mão de obra qualificada e prazos longos para o desenvolvimento de projetos. Paralelamente, a demanda global por novas edificações continua a crescer, exigindo soluções inovadoras para melhoria dos processos construtivos. Nesse contexto, a construção *offsite* vem ganhando espaço, adotando métodos produtivos inspirados na indústria de transformação. Esse modelo baseia-se na abordagem de projeto-fabricação-montagem, permitindo a entrega de edificações compostas por componentes pré-fabricados, que podem variar de elementos estruturais a módulos volumétricos completos (FERREIRA, 2024).

A construção *offsite* pode ser classificada em diferentes categorias, de acordo com os tipos de elementos produzidos e a complexidade desses elementos. Boyd, Khalfan e Masqood (2013, apud FERREIRA, 2024) subdividem essa abordagem em quatro sistemas principais: pré-montagem *offsite* (*offsite preassembly*), que envolve a produção de componentes estruturais, como treliças, escadas e elementos pré-moldados; sistemas híbridos (*hybrid systems*), que consistem em unidades completamente pré-fabricadas e acabadas, como banheiros e cozinhas modulares; sistema em painéis (*panelised system*), no qual painéis estruturais são pré-fabricados para compor portas, janelas, revestimentos e estruturas em madeira; e, por fim, edificações modulares (*modular buildings*), que incluem unidades volumétricas completas, como casas e blocos de apartamentos, com acabamentos e instalações previamente integrados.

A construção volumétrica *offsite* se distingue nesse espectro por representar o nível mais avançado de industrialização e pré-fabricação. Enquanto outros métodos, como os sistemas em painéis e os sistemas híbridos, ainda exigem um nível significativo de montagem e finalização no canteiro de obras, a construção volumétrica *offsite* caracteriza-se por módulos tridimensionais completos que já saem da fábrica com acabamentos e instalações elétricas, hidráulicas e de climatização prontas. Dessa forma, a construção volumétrica minimiza significativamente o trabalho no local de implantação, reduzindo prazos, custos e desperdício de materiais.

Segundo Ginigaddara *et al.* (2022) apud Ferreira (2024), a construção *offsite* pode ser classificada em não-volumétrica e volumétrica, cada uma subdividida de acordo com o grau de pré-fabricação e a complexidade dos elementos produzidos.

A construção *offsite* não volumétrica engloba três categorias principais: componentes, painéis e estruturas dobráveis. Os componentes referem-se a elementos estruturais ou não estruturais individuais, que podem variar em formato e tamanho, como treliças, escadas, colunas e vigas. Já os painéis são elementos planos que não geram espaços utilizáveis diretamente e são comumente empregados em pisos, paredes divisórias e coberturas. Por fim, as estruturas dobráveis consistem em painéis interligados por dobradiças, permitindo seu transporte compacto e montagem no local de instalação, embora sua aplicação seja menos comum na indústria da construção (GINIGADDARA *et al.*, 2022 apud FERREIRA, 2024).

Por outro lado, a construção volumétrica *offsite* inclui *pods*, módulos e edificações completas. Os *pods* são espaços fechados pré-fabricados, com alto nível de acabamento, e são frequentemente utilizados em banheiros (Figura 3), cozinhas e celas prisionais. Os módulos são unidades volumétricas maiores, capazes de compor edificações completas quando combinados, sendo aplicáveis em escolas (Figura 4), casas e apartamentos. Já os edifícios completos (Figura 5) são módulos autônomos que atendem a funções específicas, como alojamentos temporários e estruturas emergenciais para recuperação de desastres (GINIGADDARA *et al.*, 2022 apud FERREIRA, 2024).

Figura 3 - Construção Volumétrica *Offsite* de um Pod



Fonte: CTE, 2022

Figura 4 - Construção Modular de uma Escola



Fonte: VISIA, 2025

Figura 5 - Construção de um edifício modular completo

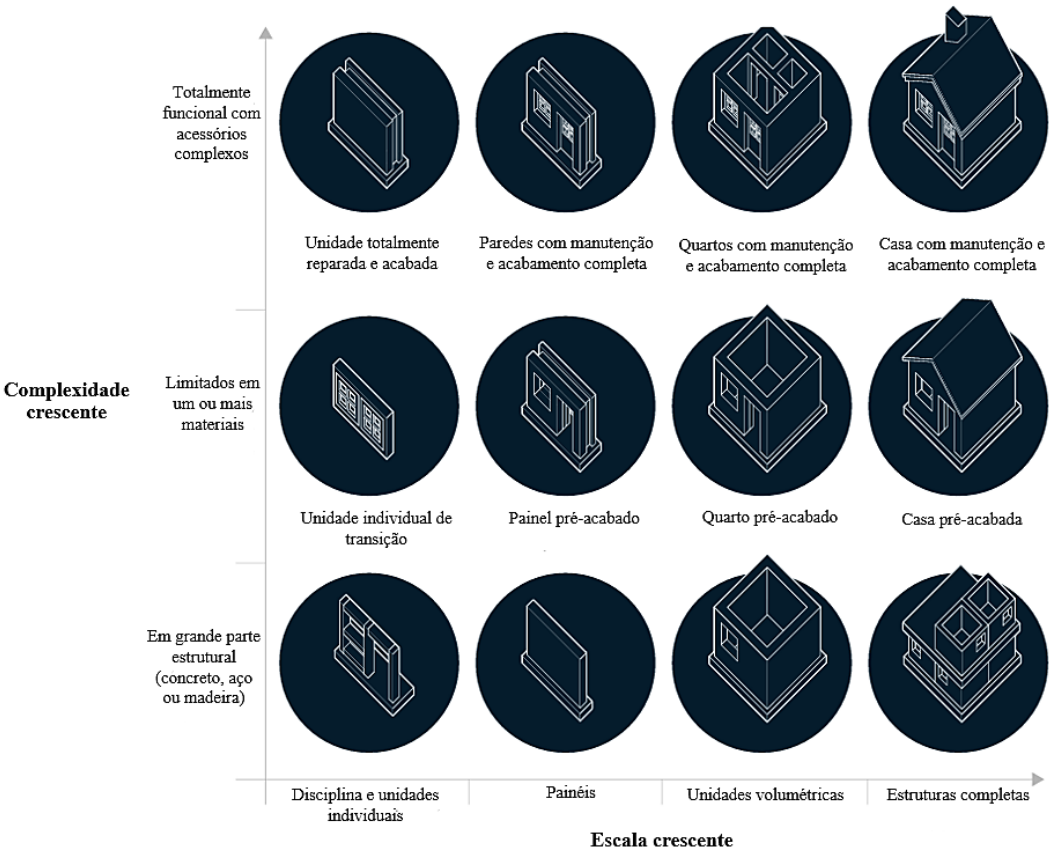


Fonte: Painelais, 2025

Essa classificação evidencia o grau de industrialização e a flexibilidade da construção *offsite*, permitindo a adoção de soluções parciais ou completas, conforme as necessidades do projeto. A construção não-volumétrica tende a ser utilizada em projetos que ainda requerem um nível significativo de montagem no canteiro de obras, enquanto a construção volumétrica se aproxima de um sistema altamente industrializado, reduzindo drasticamente o tempo de execução e aumentando a eficiência e a qualidade da edificação final.

Essa diferenciação é reforçada por Bertram *et al.* (2019) apud Ferreira (2024), que destacam que a construção *offsite* abrange uma ampla variedade de abordagens, sendo que os sistemas mais simples envolvem a produção e montagem de elementos individuais, enquanto os mais complexos, como a construção volumétrica *offsite*, consistem na integração completa de unidades habitacionais ou comerciais em um ambiente fabril antes de sua instalação no local definitivo (Figura 6). Assim, a construção volumétrica *offsite* representa a forma mais avançada de construção industrializada, promovendo maior eficiência, qualidade e controle do processo produtivo.

Figura 6 - Complexidade e escala da Construção Offsite



Fonte: Adaptado de Bertram *et al.* (2019) apud Ferreira (2024).

No Quadro 1, são apresentados alguns exemplos de construção *offsite* disponíveis, de acordo com a literatura.

Quadro 1 - Exemplos de construção *offsite* conforme a literatura

Autor	Tipos	Definições	Exemplos
Lawson <i>et al.</i> (2014)	Componentes fabricados	10% - 15% <i>offsite</i> em termos de valor	Elementos pré-moldados, painéis de revestimento
	Sistemas elementares/planares	15% - 25% <i>offsite</i> em termos de valor	Painéis em aço/madeira
	Modular e misto	30% - 50% <i>offsite</i> em termos de valor	Salas de plantas, elevadores e escadas modulares, níveis de pódio, casulos de banheiro
	Sistemas prediais completos	60% - 70% <i>offsite</i> em termos de valor	Edifícios totalmente modulares
Steinhardt; Manley (2016)	Montagens significativas	Estes não abrangem o espaço	Painéis de parede
	Volumétrico não estrutural	-----	Módulos de banheiro
	Volumétrico estrutural	-----	Casas completas ou módulos fechados
Goh; Loosemore (2016)	Edifício tradicional	Construção realizada à mão com base em vários ofícios	Instalação de componentes pré-fabricados
	Pré-fabricação no local	Montagem de componentes de construção no local na posição específica	Treliças artesanais para telhados, emolduramento, fachada
	Pré-fabricação externa	Montagem externa de componentes de construção	Treliças para telhados, unidades de ar-condicionado
Nguyen <i>et al.</i> (2018)	Componentes fabricados Montagens lineares ou fabricadas em 2D	Construção intensiva no local Popular nas décadas de 1950 e 1960	-----

Fonte: Adaptado de Ginigaddara *et al.* (2019)

Ferreira (2024) elaborou um resumo das subdivisões da construção *offsite* não volumétrica e volumétrica, encontradas na literatura (Quadro 2). A autora afirma que diversos termos são usados para descrever a construção volumétrica *offsite*, como construção modular e construção 3D. Embora esses termos sejam frequentemente utilizados como sinônimos, é possível identificar variações sutis em suas definições, como demonstrado em estudos comparativos sobre a terminologia do setor.

Quadro 2 - Subdivisão da Construção Offsite

Continua

Autor	Subdivisão	Definições	Exemplos
Elementos produzidos <i>offsite</i>			
Gibb (2001)	fabricação e submontagem de componentes	subconjuntos de pequena escala que não seriam montados no canteiro	portas, janelas, luminárias
	pré-montagem não volumétrica	parte significativa do edifício ou estrutura	painéis de parede, seções estruturais, montagens de tubulações
	pré-montagem volumétrica	cria espaços utilizáveis que são instalados em um quadro estrutural independente	banheiros completos, salas, escadas, poços de elevador
	edifício modular	unidades que formam o edifício	estandes de venda, blocos de escritórios e hotéis, edificações prisionais, unidades modulares usadas para blocos residenciais
Kempton (2010)	submontagens e componentes	fabricação de componentes inadequados para serem chamados diretamente de construção <i>offsite</i>	estruturas de teto e piso, serviços mecânicos pré-montados
	construção em painéis	unidades de painéis planos abertos ou fechados	paredes, piso
	construção volumétrica	módulos em diferentes níveis de finalização	banheiros, cozinhas
	híbrida	combinação de unidades em painéis e volumétricas, com instalações	banheiros
Boyd, Khalfan e Masqood (2013)	pré-montagem <i>offsite</i>	produção de componentes de construção, materiais e equipamentos	treliças, escadas, elementos pré-moldados
	sistemas híbridos	unidades totalmente pré-fabricadas com acabamento	acabamento banheiros, cozinhas
	sistema em painéis	sistemas de enquadramento estrutural pré-fabricados	portas, janelas, revestimento, estruturas em madeira
	edificações modulares	unidades com vários cômodos que incluem acabamentos e instalações	casas completas e blocos de apartamentos

Quadro 2 - Subdivisão da Construção Offsite

Continua

Autor	Subdivisão	Definições	Exemplos
Elementos produzidos offsite			
Bertram <i>et al.</i> (2019)	unidades individuais	elementos únicos que são encaixados usando conexões e interfaces padrão	disciplinas e unidades individuais
	painéis	exigem maior montagem no canteiro	painéis de paredes, teto e piso
	unidades volumétricas	acessórios completos, apresentando maior complexidade	cômodos quase acabados ou acabados
	estruturas completas	acessórios completos, apresentando maior complexidade	edificação quase acabada ou totalmente acabada
Ministry of Housing, Communities and Local Government (2019)	pré-fabricação (sistemas estruturais primários 3D)	unidades tridimensionais que apresentem estrutura própria	chassi estrutural, cômodos acabados, banheiro
	pré-fabricação (sistemas estruturais primários 2D)	unidades de painel plano montados no canteiro para produzir uma estrutura tridimensional final	estruturas básicas ou completas de piso, parede e telhado
	componentes pré-fabricados (estrutura primária não sistematizada)	elementos estruturais pré-fabricados	vigas, colunas, paredes, lajes, estacas
	fabricação aditiva (estrutural e não estrutural)	consiste na impressão em diversos materiais com base em técnicas digitais	unidade completa ou partes da edificação
	pré-fabricação (conjuntos e subconjuntos não estruturais)	uma série de diferentes abordagens de pré-fabricação não estrutural	Sistemas de paredes, pisos e telhados não estruturais; unidades minivolumétricas não estruturais, como cozinhas e banheiros; escadas; cômodos; kits elétricos/hidráulicos.
	produtos tradicionais de construção feitos no canteiro com redução de mão de obra/melhorias de produtividade	produtos tradicionais de construção fabricados de forma a reduzir o uso de mão de obra	produtos em formato grande, elementos pré-cortados ou com junções fáceis
	processo realizado no canteiro que leve à redução do uso de mão de obra/ maior produtividade/ maiores garantias	Esta categoria abrange abordagens que utilizam técnicas inovadoras de construção com base no local que aproveitam as melhorias do processo do canteiro e que não estão incluídas nas categorias anteriores	construção enxuta, realidade aumentada, robótica, exoesqueletos, drones, ferramentas de verificação e maquinários liderados por tecnologia

Quadro 2 - Subdivisão da Construção Offsite

Conclusão

Autor	Subdivisão	Definições	Exemplos
Elementos produzidos offsite			
Ginigaddara <i>et al.</i> (2022)	componentes	elementos não-volumétricos estruturais ou não estruturais de qualquer formato e tamanho, excluindo painéis	treliças, caixas de escada, colunas e vigas
	painéis	elementos planos que não criam espaços utilizáveis	pisos, divisórias e coberturas
	estruturas dobráveis	incomuns e consistem em painéis interligados por dobradiças	-----
	pods	espaços fechados, feitos repetitivamente, com alto nível de finalização	banheiros, cozinhas e celas de prisão
	módulos	partes volumétricas que têm o potencial de formar um edifício completo	escolas, casas e apartamentos
	edifícios completos	alojamentos de canteiros de obras e edifícios para recuperação de desastres	alojamentos de canteiros de obras e edifícios para recuperação de desastres

Fonte: Adaptado de Ferreira (2024)

A construção *offsite* apresenta várias vantagens significativas em comparação com as técnicas tradicionais. A natureza da pré-fabricação permite economia de tempo, maior previsibilidade de custos e uma relação mais favorável entre qualidade e preço. Além disso, os defensores dessa abordagem acreditam que a escassez habitacional pode ser mitigada por meio da construção fora do local (ALONSO-ZANDARI; HASHEMI, 2016).

Alonso-Zandari e Hashemi (2016) afirmam ainda que a adoção da pré-fabricação na construção civil, apesar de seus reconhecidos benefícios, enfrenta resistências que afetam sua aceitação no setor habitacional. Desafios como a redução da flexibilidade e da personalização dos projetos, custos elevados de implementação, receio quanto a novas metodologias, dificuldades técnicas na integração de sistemas mecânicos e elétricos em estruturas de concreto e prazos de entrega prolongados são alguns dos obstáculos que comprometem a expansão dessa inovação no mercado imobiliário.

A indústria da construção civil tem apresentado uma queda contínua em sua eficiência, especialmente em economias emergentes, onde a dependência de mão de obra intensiva agrava esse problema. No Chile, por exemplo, a produtividade do setor da construção é 52% inferior à média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o que reflete um cenário comum em diversos países em desenvolvimento (TAPIA *et al.*, 2023).

Apesar de seus benefícios, a adoção da construção *offsite* ainda é limitada em economias emergentes, onde a maioria das pesquisas sobre o tema concentra-se em países desenvolvidos. Estima-se que 85% dos estudos revisados por pares sobre esse método construtivo tenham origem em nações economicamente mais avançadas, evidenciando uma lacuna de informações sobre a aplicação da construção *offsite* em mercados emergentes (ABDELMAGEED, 2020).

Pesquisas realizadas em países como Reino Unido, Índia, China, Paquistão, Singapura, Malásia, Austrália, Nova Zelândia, Argélia, Etiópia, Estados Unidos, Europa, América Latina e Caribe destacam uma série de desafios à implementação da construção *offsite*, que vão desde limitações financeiras e dificuldades logísticas até a falta de incentivos governamentais e questões técnicas e culturais. Entre esses entraves técnicos, um dos mais relevantes é a inadequação das vias de acesso aos locais de construção, o que dificulta o transporte e a instalação de módulos pré-fabricados, especialmente em projetos de habitação social (WUNI, 2020).

Nesse contexto, a construção *offsite* surge como uma solução promissora para aumentar a eficiência produtiva e reduzir os impactos ambientais. Essa abordagem apresenta vantagens, como custos operacionais reduzidos, maior controle de qualidade, segurança aprimorada, menor geração de resíduos e melhor desempenho ambiental, em comparação aos métodos tradicionais.

2.3 BENEFÍCIOS E OPORTUNIDADES DA CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA *OFFSITE*

A construção volumétrica *offsite* é amplamente reconhecida como a abordagem mais avançada e eficiente no contexto da construção *offsite* (JELLEN; MEMARI, 2013; PAN; HON, 2020; THAI; NGO; UY, 2020). Segundo Ribeiro, Arantes e Cruz (2022) apud Ferreira (2024), esse método representa o nível mais sofisticado da construção industrializada, integrando processos produtivos altamente padronizados e controlados. Além disso, sua crescente adoção ao redor do mundo demonstra uma tendência de modernização e digitalização da construção civil, impulsionada por novas tecnologias e por exigências ambientais mais rigorosas. A construção volumétrica *offsite* se destaca pelo alto grau de pré-fabricação, com entre 80% e 90% do projeto fabricado em ambientes controlados. Seu objetivo é realizar os diferentes trabalhos de construção de forma contínua, formando uma estrutura completa, em linha com o conceito de fluxo de trabalho contínuo da construção enxuta (LI *et al.*, 2020).

Diversos pesquisadores destacam as vantagens da construção volumétrica *offsite* em comparação com os métodos tradicionais. Abdelmageed e Zayed (2020), Akinradewo *et al.*

(2021) ressaltam sua eficiência na execução de projetos, enfatizando sua capacidade de reduzir impactos ambientais e otimizar o gerenciamento de recursos e prazos (JONSSON; RUDBERG, 2014). Além disso, essa abordagem possibilita a redução dos custos operacionais, do tempo de construção, a minimização de resíduos e a menor poluição sonora durante a execução das obras (SONG *et al.*, 2005; LAWSON; OGDEN; GOODIER, 2014). Esses benefícios tornam a construção volumétrica *offsite* uma alternativa viável não apenas para edificações residenciais e comerciais, mas também para projetos de infraestrutura pública, como hospitais, escolas e alojamentos temporários.

Outro aspecto relevante da construção volumétrica *offsite* é sua contribuição para a melhoria da qualidade final das edificações, o aumento da produtividade da mão de obra e o aprimoramento do desempenho ambiental (O'CONNOR; O'BRIEN; CHOI, 2014; ARASHPOUR *et al.*, 2015; KAMALI; HEWAGE, 2016; LARSEN *et al.*, 2019). A possibilidade de fabricação em ambientes controlados reduz falhas construtivas e variações indesejadas na execução, promovendo um padrão de qualidade superior em comparação com métodos tradicionais. Além disso, ao minimizar a necessidade de trabalhos manuais intensivos no canteiro de obras, essa abordagem melhora as condições de segurança e reduz riscos ocupacionais, favorecendo um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo.

Ferdous *et al.* (2019) destacam ainda que esse método proporciona maior previsibilidade no cumprimento de prazos, reduz significativamente a necessidade de trabalhadores no canteiro e promove práticas mais sustentáveis, como a otimização do uso de materiais e a diminuição do desperdício (MINUNNU *et al.*, 2018). Além disso, sua aplicação está alinhada às estratégias de descarbonização da construção civil, pois reduz o consumo de recursos naturais, melhora a eficiência energética das edificações e minimiza a pegada de carbono do setor. Esse fator torna a construção volumétrica *offsite* uma ferramenta fundamental para atender às demandas globais por construções mais rápidas, econômicas e ecologicamente responsáveis.

A construção volumétrica *offsite* oferece diversos benefícios econômicos e operacionais, especialmente no setor de habitação social e residencial. De acordo com o *National Audit Office* (NAO, 2005), uma das principais vantagens desse método construtivo é a antecipação da recuperação de aluguel, o que permite um período de financiamento mais curto, menos atrasos na execução do projeto e uma redução na necessidade de inspeções no local.

Além disso, estudos conduzidos por Miles e Whitehouse (2013) indicam que a construção volumétrica *offsite* pode reduzir em mais de 80% os defeitos no projeto e o tempo total de entrega das edificações, gerando benefícios diretos para construtoras e incorporadoras,

além de impactos sociais significativos ao viabilizar o acesso rápido a moradias de qualidade e, muitas vezes, acessíveis. A padronização dos módulos e o controle rigoroso dos processos fabris resultam em maior previsibilidade na execução das obras, minimizando atrasos e desperdícios. Para Li *et al.* (2019), a construção volumétrica *offsite* apresenta melhorias significativas na manutenção, uma vez que produtos pré-fabricados com juntas mecânicas facilitam a substituição eficiente. Esse sistema tem como objetivo principal organizar as dimensões das construções, visando minimizar as disparidades nos tamanhos dos componentes a serem fabricados. Isso permite a utilização no canteiro de obras sem a necessidade de modificações, cortes ou ajustes, sendo orientado pela dimensão fundamental denominada "módulo". Essa abordagem não apenas simplifica o processo de fabricação, mas também promove a eficiência na manutenção ao possibilitar a substituição conveniente de elementos modulares.

No contexto da adoção de métodos modernos de construção, Barton e Wilson (2021) destacam que o uso de técnicas *offsite* não apenas eleva a qualidade e a eficiência da construção, mas também contribui para a redução dos custos operacionais e das emissões ao longo do ciclo de vida das edificações. Além disso, essa abordagem estabelece novos padrões estruturais, promove boas práticas na indústria da construção e incentiva um modelo mais sustentável e eficiente no setor habitacional.

No Quadro 3, apresenta-se o resumo dos benefícios da construção volumétrica *offsite* na indústria da construção civil, identificados na revisão bibliográfica.

Quadro 3 - Benefícios da Construção Volumétrica Offsite

Benefícios Identificados	Autores
Abordagem mais avançada e eficiente dentro da construção <i>offsite</i>	Jellen; Memari (2013); Pan; Hon (2020); Thai; Ngo; Uy (2020)
Alto grau de pré-fabricação (80-90%) e alinhamento com construção enxuta	Li <i>et al.</i> (2020)
Redução de impactos ambientais e melhor gerenciamento de prazos e recursos	Abdelmageed; Zayed (2020); Akinradewo <i>et al.</i> (2021); Jonsson; Rudberg (2014)
Redução de custos operacionais, tempo de obra, resíduos e poluição sonora	Song <i>et al.</i> (2005); Lawson; Ogden; Goodier (2014)
Aplicação em projetos públicos e habitação social	Miles; Whitehouse (2013); Barton; Wilson (2021)
Melhoria da qualidade final, produtividade da mão de obra e desempenho ambiental	O'Connor; O'Brien; Choi (2014); Arashpour <i>et al.</i> (2015); Kamali; Hewage (2016); Larsen <i>et al.</i> (2019)
Redução de falhas construtivas, maior padrão de qualidade, aumento da segurança no canteiro	(Não especificado diretamente, inferido do contexto com base nos autores acima)
Maior previsibilidade na execução e prazos	Ferdous <i>et al.</i> (2019); Minunnu <i>et al.</i> (2018)
Redução de trabalhadores no canteiro e práticas mais sustentáveis	
Alinhamento com estratégias de descarbonização e menor pegada de carbono	
Recuperação antecipada de aluguel e financiamento mais curto	National Audit Office (NAO, 2005)
Redução de mais de 80% dos defeitos no projeto e tempo de entrega	Miles; Whitehouse (2013)
Melhoria na manutenção com uso de juntas mecânicas e dimensionamento modular padronizado	Li <i>et al.</i> (2019)
Redução de custos operacionais e emissões ao longo do ciclo de vida	Barton; Wilson (2021)
Estabelecimento de novos padrões estruturais e boas práticas para o setor	

Fonte: Autora, 2026.

Portanto, a construção volumétrica *offsite* apresenta-se como uma solução estratégica para modernizar a indústria da construção civil, oferecendo benefícios que vão desde a eficiência produtiva e a sustentabilidade até a redução de custos e do tempo de execução, consolidando-se como um dos modelos mais promissores para a construção civil contemporânea.

2.4 DESAFIOS PARA CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA OFFSITE

2.4.1 Desafios Financeiros

A implementação da construção volumétrica *offsite* enfrenta desafios financeiros significativos, o que dificulta sua disseminação em larga escala. Um dos principais obstáculos é o alto custo inicial de investimento, uma vez que a adoção desse modelo requer infraestrutura fabril, tecnologia especializada e mão de obra comprometida (FERREIRA, 2024). Além disso, os custos de transporte e logística dos módulos volumétricos podem ser elevados, o que impacta significativamente a competitividade do método em relação às técnicas construtivas. A

necessidade de financiamento robusto e de incentivos fiscais específicos torna-se um fator crítico para viabilizar essa abordagem no setor da construção civil (TAPIA *et al.*, 2023).

Nos países em desenvolvimento, como o Chile, a adoção da construção *offsite* enfrenta desafios financeiros significativos, sobretudo no segmento de habitação social. O método tradicional de modularização exige superdimensionamento estrutural para suportar os esforços de transporte e de elevação, o que eleva substancialmente os custos diretos. Essa elevação de custos dificulta o acesso a financiamentos e reduz a viabilidade econômica da pré-fabricação nesse setor (TAPIA *et al.*, 2023).

O elevado custo de capital, associado ao investimento inicial em equipamentos e terrenos destinados à produção de módulos, representa uma barreira significativa à expansão da construção modular. Além disso, custos adicionais de transporte — que podem representar cerca de 20% do custo total — e o alto custo de construção, agravado por um mercado imaturo, reduzem a competitividade em relação aos métodos tradicionais (SUN *et al.*, 2020).

A construção *offsite* demanda investimentos iniciais significativos, abrangendo custos de capital para desenvolvimento do sistema de produção, aquisição de equipamentos, materiais, instalações e máquinas, tanto para processos “no local” quanto “fora do local”. Esses custos incluem obras de viabilização para projeto, fabricação, pré-fabricação, distribuição e instalação. Além disso, a configuração operacional inicial e as despesas gerais do contratante, especialmente na implantação de fábricas, representam um peso considerável no orçamento. Custos anormais, como restrições de acesso, problemas com dados legados e condições adversas do solo, também podem elevar substancialmente o custo final do projeto (SERUGGA *et al.*, 2023).

Entre os desafios financeiros à adoção da construção modular, destacam-se o alto custo inicial e a pressão de custos sem o benefício de economias de escala, especialmente em mercados imaturos, como observado na China e em Cingapura. Esses fatores dificultam a competitividade do método modular em relação à construção tradicional, gerando resistência por parte dos desenvolvedores e dos clientes (RIBEIRO; ARANTES; CRUZ, 2022).

Pervez *et al.* (2022) apontam que a construção modular exige um investimento inicial significativo, abrangendo custos com a aquisição de terrenos, a implantação de fábricas, a compra de equipamentos e maquinário, e a contratação de mão de obra especializada. Esse alto custo inicial é amplamente reconhecido como um dos principais fatores de risco para a implementação do método, especialmente em mercados emergentes, onde a disponibilidade de capital é limitada. Além disso, foram identificados riscos financeiros relacionados a custos

adicionais de transporte, armazenamento inadequado de módulos e alterações de projeto, que podem impactar diretamente o desempenho de custo e o cronograma dos empreendimentos.

Segundo Obi *et al.* (2025), a implementação da construção fora do local (*Offsite Construction – OSC*) no Reino Unido, embora apresente benefícios claros em termos de custo e eficiência, enfrenta desafios financeiros decorrentes da necessidade de investimentos iniciais significativos em infraestrutura fabril, aquisição de equipamentos e capacitação da mão de obra. Esses custos podem ser agravados por incertezas quanto ao retorno do investimento, especialmente em um mercado em que a percepção sobre a construção *offsite* ainda é influenciada por experiências negativas.

Marinelli *et al.* (2022) apontam que, entre os desafios financeiros para a adoção da construção fora do local, destacam-se os elevados custos logísticos, frequentemente associados ao transporte e ao manuseio de módulos e componentes pré-fabricados. Esse fator, identificado em diversos estudos, é recorrente em diferentes contextos geográficos e está associado à percepção de que a construção *offsite* implica despesas adicionais significativas em comparação aos métodos tradicionais.

Li (2023) destaca que a construção modular apresenta custos iniciais significativamente mais elevados do que os dos métodos convencionais, podendo chegar a 25% acima dos custos tradicionais. Esses valores incluem investimentos em maquinário especializado, em pátios de pré-fabricação e na aquisição antecipada de materiais. Essa necessidade de alto capital inicial enfraquece um dos benefícios frequentemente atribuídos à construção modular — a economia de custos — e desencoraja as empresas a adotarem a tecnologia.

Os principais desafios financeiros enfrentados na adoção da construção volumétrica *offsite* dizem respeito à dificuldade de obter economias de escala, à necessidade de alto grau de personalização, aos custos iniciais elevados de projeto e licitação e à limitada maturidade do mercado, que mantém elevados os preços dos componentes pré-fabricados. Além disso, há preocupação com a possível redução da demanda por mão de obra direta no canteiro, o que gera resistência à sua implementação. Tais fatores resultam em uma estrutura de custos pouco competitiva em relação aos métodos convencionais, sobretudo em mercados ainda incipientes ou com baixa demanda por sistemas industrializados (ZHANG *et al.*, 2022; PAN; GIBB; DAINITY, 2007; MAO *et al.*, 2016; SUTRISNA *et al.*, 2019).

As restrições econômicas representam um obstáculo relevante à expansão da construção pré-fabricada. Conforme Wang *et al.* (2023), os elevados custos de investimento inicial, a volatilidade do financiamento e a dificuldade de praticar preços competitivos no mercado tornam o modelo economicamente inviável em larga escala.

Apesar dos benefícios potenciais da construção modular—como a redução de prazos—os empreiteiros britânicos consideram-na custosa, principalmente devido ao risco elevado e à dificuldade em obter seguros para o transporte e a instalação dos módulos (THURAIRAJAH *et al.*, 2023).

Outra entrada financeira está relacionada à falta de linhas de crédito específicas para projetos externos. Diferentemente da construção tradicional, em que os desembolsos financeiros ocorrem progressivamente ao longo do projeto, a construção volumétrica *offsite* exige um fluxo de capital antecipado para a fabricação dos módulos antes da montagem no canteiro de obras. Essa estrutura de pagamento pode gerar dificuldades para empresas e investidores, que muitas vezes enfrentam desafios na obtenção de financiamento adequado (NAO, 2005). Sem políticas públicas que incentivem esse tipo de construção, as construtoras enfrentam dificuldades para obter financiamento competitivo, o que torna o modelo economicamente inviável para muitos empreendimentos (MILES; WHITEHOUSE, 2013).

A volatilidade dos preços dos insumos também representa um desafio financeiro relevante. Estudos indicam que, em diversas regiões, os custos dos materiais industrializados aumentaram mais do que os dos insumos utilizados na construção tradicional, o que reduz a atratividade da construção volumétrica externa (CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES, 2022). Essa oscilação nos preços pode comprometer o planejamento financeiro das empresas, tornando essencial a criação de políticas regulatórias e de subsídios governamentais que incentivem a estabilização dos preços e garantam a competitividade do setor (BARTON; WILSON, 2021).

Os principais desafios financeiros identificados são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Principais Desafios Financeiros

Desafio	Descrição
Custo Elevado	Custo inicial de implementação da construção volumétrica <i>offsite</i> é significativamente alto
Falta incentivos/subsídios governamentais	Não há incentivos ou subsídios governamentais específicos para apoiar a adoção de métodos de construção volumétrica <i>offsite</i> , o que dificulta a competitividade e viabilidade econômica desse tipo de construção
Baixo retorno sobre o investimento	A construção volumétrica <i>offsite</i> apresenta um retorno sobre o investimento (ROI) considerado baixo ou demorado, o que pode desestimular investidores e empresas a adotarem essa abordagem
Falta de programas de fomento e financiamento para inovação e desenvolvimento tecnológico	A ausência de programas públicos ou privados que incentivem a inovação e ofereçam financiamento específico para o desenvolvimento tecnológico na construção volumétrica <i>offsite</i> limita o crescimento e a modernização do setor

Fonte: Autora, 2026.

Por fim, há uma percepção equivocada sobre o retorno sobre o investimento (ROI) da construção volumétrica externa. Embora o custo inicial possa ser mais alto, esse modelo construtivo reduz significativamente o tempo de execução da obra, o que possibilita a recuperação antecipada do capital investido, além de reduzir custos indiretos, como mão de obra e desperdício de materiais (FERDOUS *et al.*, 2019). A disseminação de informações sobre os benefícios financeiros dessa abordagem e a adoção de incentivos econômicos específicos podem contribuir para a expansão do uso da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

2.4.2 Desafios Técnicos

A construção volumétrica *offsite* apresenta desafios técnicos consideráveis, que impactam diretamente sua orientação e adoção em larga escala. Um dos principais entraves é a integração de sistemas construtivos complexos, como instalações elétricas e hidráulicas e sistemas estruturais, que precisam ser previamente planejados e implantados nos módulos, garantindo a compatibilidade e a eficiência na montagem final (JELLEN; MEMARI, 2013). Essa necessidade exige alto nível de precisão em projetos e processos produtivos, tornando essencial o uso de tecnologias como o *Building Information Modeling (BIM)* para otimizar a coordenação entre as diferentes disciplinas envolvidas na construção (TAN *et al.*, 2019).

Entre os principais desafios técnicos, destaca-se a necessidade de superdimensionamento das estruturas modulares para resistir às tensões mecânicas de transporte e de elevação, o que resulta em maior consumo de materiais e maior pegada de carbono. Além disso, módulos volumétricos leves com painéis de gesso apresentam alta suscetibilidade a danos durante a movimentação, o que exige estudos de detecção e mitigação desses danos. A ausência de soluções técnicas adaptadas à realidade local agrava a dificuldade de implementação (TAPIA *et al.*, 2023).

Os edifícios modulares de grande altura enfrentam desafios técnicos consideráveis, como a complexidade das conexões estruturais e dos sistemas prediais, essenciais para garantir o desempenho e a segurança. A ausência de códigos e padrões específicos para a construção modular dificulta a padronização de processos e prolonga os prazos de projeto e de inspeção. Além disso, a falta de experiência e de conhecimento especializado limita a capacidade de alcançar todo o potencial da tecnologia, comprometendo a qualidade, os prazos e a sustentabilidade. A integração deficiente da cadeia de suprimentos e a fragmentação entre projetistas, fabricantes e empreiteiros agravam esses problemas (SUN *et al.*, 2020).

A fabricação modular, apesar de permitir maior controle e otimização, enfrenta desafios relacionados a incertezas que impactam a produtividade e, consequentemente, os custos. Isso

inclui problemas na separação e na categorização dos custos de diferentes tipos de módulos, bem como na antecipação dos custos de processos fabris, o que exige novas técnicas de otimização inspiradas na indústria manufatureira. Outro ponto crítico são as taxas e os serviços das equipes de projeto, que abrangem desde investigações pré-construção (ambientais, estruturais e de conformidade) até certificações e garantias, impactando diretamente o desempenho e a viabilidade técnica do projeto (SERUGGA *et al.*, 2023).

A construção modular enfrenta desafios técnicos significativos, como a dificuldade de compatibilizar projetos para modularização, a redução da flexibilidade para alterações no projeto e a dificuldade de realizar modificações no local. Além disso, a falta de tecnologias e de institutos de teste para componentes pré-fabricados compromete a qualidade e a segurança, enquanto a exigência de maior coordenação e de planejamento antecipado aumenta a complexidade dos processos (RIBEIRO; ARANTES; CRUZ, 2022).

Rajanayagam *et al.* (2021) destacam que a construção modular enfrenta desafios técnicos significativos relacionados ao projeto e ao desempenho das conexões, que influenciam diretamente a robustez e a integridade estrutural dos *Modular Building Systems (MBS)*. As conexões intramodulares, por exemplo, têm sua rigidez rotacional frequentemente mal estimada por normas como o EC3, que desconsideram parâmetros relevantes, comprometendo a precisão de projeto. No caso das juntas aparafusadas, não existem modelos normativos abrangentes que prevejam o comportamento sob esforços combinados de cisalhamento e tração, o que agrava o problema pelo uso de aço de alta resistência, que apresenta baixa ductilidade e propriedades distintas em relação ao aço carbono convencional. A robustez estrutural também é afetada pela ausência de diretrizes específicas para sistemas *MBS*, o que dificulta a redistribuição de cargas e aumenta a vulnerabilidade a falhas progressivas. Além disso, a inexistência de padrões de projeto consolidados decorre tanto da variedade de técnicas de conexão utilizadas quanto da proteção de propriedade intelectual pelas empresas, o que dificulta a padronização e a adoção de soluções universalmente aceitas. No que se refere à montagem no local, a precisão no posicionamento dos módulos é essencial para evitar o acúmulo de tolerâncias e, em sistemas *Pre-finished Prefabricated Volumetric Construction (PPVC)*, um projeto inadequado de elevação pode causar danos aos acabamentos internos. Esses fatores evidenciam a necessidade de soluções que conciliem desempenho estrutural, padronização e viabilidade construtiva.

Do ponto de vista técnico, a complexidade da cadeia de suprimentos e a coordenação ineficaz entre os diversos participantes do projeto representam riscos significativos à qualidade e ao desempenho da construção modular (Pervez *et al.*, 2022). A falta de experiência e de conhecimento especializado pode levar a práticas inadequadas de projeto, fabricação,

montagem e instalação, além de gerar conflitos entre projetistas e fabricantes nas fases iniciais, resultando em atrasos e retrabalhos. Também se destacam riscos técnicos relacionados à complexidade do *design*, à mão de obra não qualificada e à incompetência tecnológica, que comprometem a eficiência e a viabilidade do método.

Do ponto de vista técnico, Obi *et al.* (2025) destacam que a construção *offsite* requer a execução antecipada da maior parte das operações em ambiente controlado, o que exige altos níveis de precisão, padronização e integração entre projeto, fabricação e montagem. A coordenação entre diferentes partes interessadas – incluindo projetistas, fabricantes, empreiteiros e fornecedores – é fundamental, mas também constitui um desafio significativo devido à complexidade dos fluxos de trabalho e à necessidade de sincronizar atividades que, na construção tradicional, normalmente ocorrem de forma sequencial.

No campo técnico, Marinelli *et al.* (2022) destacam a inflexibilidade de projeto como um dos desafios mais comuns. Esse desafio refere-se à dificuldade de modificar esquemas de projeto após o início da fabricação dos módulos, o que impacta a capacidade de incorporar ajustes ou alterações solicitados pelos clientes ou detectados ao longo do projeto. Essa rigidez é frequentemente associada a tolerâncias de construção restritivas e à necessidade de congelar as decisões de projeto nos estágios iniciais. Além disso, a má integração da cadeia de suprimentos e a fragmentação da indústria dificultam a coordenação entre os diferentes agentes envolvidos, aumentando o risco de incompatibilidades e retrabalhos.

No campo técnico, os autores apontam que a tecnologia de construção modular ainda é inadequada e imatura, o que cria obstáculos à sua adoção mais ampla. *Softwares* específicos carecem de personalização e de funcionalidade, o que dificulta modificações após o congelamento inicial do projeto, exige decisões precoces e reduz a flexibilidade. Além disso, o sistema de produção padronizado gera uniformidade e repetição, comprometendo o apelo estético e a criatividade dos projetistas. Questões relacionadas à qualidade também são relevantes: a construção modular é mais difundida em edifícios de baixa altura, enquanto empreendimentos altos ainda enfrentam desafios estruturais, como a resistência a ventos fortes e a prevenção de infiltrações. A carência de laboratórios especializados e de profissionais experientes limita a capacidade de validar e comprovar a segurança estrutural.

Segundo Wang *et al.* (2023), limitações técnicas, como a escassez de mão de obra especializada, a insuficiência de inovação tecnológica e a ausência de padrões técnicos robustos, comprometem o desempenho da construção pré-fabricada. Esses desafios se intensificam em ambientes com infraestrutura industrial ainda pouco consolidada.

Além disso, a falta de mão de obra qualificada para atuar com tecnologias avançadas e processos industrializados constitui uma barreira significativa. A construção volumétrica *offsite* requer profissionais capacitados em engenharia de produção, automação, fabricação avançada e logística, diferentemente da construção tradicional, que é mais dependente de trabalho manual (GINIGADDARA *et al.*, 2022). A deficiência na formação técnica e a escassez de cursos especializados dificultam a expansão desse modelo construtivo, reforçando a necessidade de investimentos em capacitação profissional e de parcerias com instituições de ensino (FERREIRA, 2024). Quanto à escassez de mão de obra qualificada, à complexidade operacional do sistema e à ausência de capacitação específica, destacam-se como desafios relevantes para a implementação da construção volumétrica *offsite* no Brasil. A produção, o transporte e a montagem de componentes pré-fabricados demandam competências técnicas superiores às exigidas na construção convencional, o que evidencia uma lacuna de qualificação na força de trabalho do setor (ZHANG *et al.*, 2022). Além disso, a falta de treinamentos específicos sobre métodos industrializados, somada à desinformação e à percepção equivocada de profissionais e clientes quanto ao desempenho e à qualidade dos sistemas pré-fabricados, compromete a aceitação e a expansão do modelo (RAHMAN, 2014; ZHANG; SKITMORE; PENG, 2014).

Existem lacunas de habilidade e de conhecimento técnico, especialmente na operação de métodos construtivos volumétricos *offsite*. A escassez de mão de obra especializada dificulta a adoção eficiente do modelo modular (Thurairajah *et al.*, 2023).

Outro desafio técnico está na padronização e na normatização dos módulos volumétricos. Enquanto a construção tradicional permite maior flexibilidade e adaptações durante a obra, a construção volumétrica externa exige um planejamento rigoroso e padronizado desde as fases iniciais do projeto para evitar incompatibilidades na montagem (BERTRAM *et al.*, 2019). A falta de regulamentações claras e de diretrizes técnicas unificadas gera incertezas e limita a adoção desse modelo no mercado brasileiro, evidenciando a necessidade de políticas normativas específicas para a construção industrializada (SABBATINI, 1989). A ausência de padronização técnica e regulatória constitui um obstáculo significativo à adoção da construção volumétrica *offsite*. A prática atual de projeto ainda se baseia em parâmetros convencionais da construção tradicional, desconsiderando especificidades estruturais da modularização, como o comportamento diferenciado das cargas e os métodos próprios de montagem e de avaliação da qualidade (RAHMAN, 2014). Essa lacuna contribui para a percepção negativa do desempenho de longo prazo dos sistemas pré-fabricados, especialmente quando não há diretrizes claras que assegurem a conformidade com os padrões mínimos exigidos por proprietários e usuários (LI;

LUTHER; MILLS, 2017). Soma-se a isso a inexistência de códigos técnicos e regulamentações específicas que abranjam todo o ciclo da pré-fabricação, desde o projeto até a montagem final, o que compromete a confiabilidade e a viabilidade institucional do modelo (MAO *et al.*, 2015).

Os principais desafios técnicos identificados são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Principais Desafios Técnicos

Desafio	Descrição
Conexões e montagens inadequadas	Conexões entre módulos e a montagem no local podem ser insuficientes ou mal projetadas, comprometendo a segurança e a funcionalidade do sistema
Dificuldade para redimensionar módulos no canteiro de obras	Uma vez que os módulos são pré-fabricados com medidas específicas, é difícil realizar alterações ou ajustes de tamanho no local de construção, limitando a flexibilidade para atender necessidades específicas de projeto
A falta de códigos e programas contínuos e padronizados nos setores-chave	A construção volumétrica <i>offsite</i> ainda não possui regulamentações, normas técnicas e padronizações específicas e amplamente aceitas, o que gera incertezas e dificuldades na adoção e fiscalização dessa metodologia
Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado	Existe uma carência de profissionais com treinamento e experiência na construção volumétrica <i>offsite</i> , o que limita a qualidade, eficiência e confiabilidade dos projetos que utilizam essa tecnologia
Interfaces de sistema complexas dentro dos módulos	Os sistemas internos dos módulos, como elétrico, hidráulico e ventilação, são muitas vezes complexos e integrados, dificultando tanto a instalação quanto a manutenção desses componentes após a montagem
Dificuldade em definir os tipos de projetos mais adequados	Ainda existe incerteza sobre quais tipos de construções, como residenciais, comerciais, ou industriais, se beneficiam mais da construção volumétrica <i>offsite</i> , dificultando a decisão de usá-la de maneira estratégica e vantajosa
Design, produção, construção e decoração estão desconectados	As fases de projeto, fabricação, construção e acabamento frequentemente não estão alinhadas entre si, o que pode resultar em incompatibilidades, ajustes inesperados e desperdício de tempo e recursos
Capacidade insuficiente para investigação básica e inovação	A construção volumétrica <i>offsite</i> ainda carece de apoio financeiro e estrutural para pesquisa e desenvolvimento, limitando o avanço de novas tecnologias e processos inovadores na área
Má gestão entre várias interfaces	A coordenação entre diferentes etapas e equipes do projeto, fabricação, logística e montagem, é frequentemente ineficiente, resultando em falhas de comunicação, atrasos e retrabalho

Fonte: Autora, 2026.

Por fim, entre os principais desafios técnicos enfrentados na construção volumétrica *offsite*, destacam-se as limitações dos projetos arquitetônico e estrutural. A adoção do *Design for Manufacture and Assembly (DfMA)* impõe maior complexidade e carga de trabalho aos projetistas, além de estender os prazos de desenvolvimento em comparação com o projeto convencional (YUAN; SUN; WANG, 2018). As conexões modulares, frequentemente compostas por placas e parafusos, apresentam limitações técnicas, especialmente nas junções internas, o que compromete a eficiência estrutural. A padronização dos componentes pode reduzir a liberdade criativa e resultar em edificações visualmente repetitivas, o que gera impactos negativos na percepção estética (ZHANG *et al.*, 2018). Problemas adicionais estão relacionados à resistência ao fogo de estruturas metálicas modulares, que varia conforme o sistema construtivo adotado (LIEW; CHUA; DAI, 2019), bem como à inflexibilidade das

alterações no projeto durante a execução, cujas modificações tardias acarretam custos elevados e complexidade adicional (JAILLON; POON, 2010).

Os desafios relacionados à manufatura na construção volumétrica *offsite* envolvem tanto a complexidade no planejamento da produção quanto a baixa adoção de sistemas automatizados. Embora existam algoritmos avançados — como o algoritmo guloso iterativo para o problema de escalonamento DPFSP² (Fernandez-Viagas; Framinan, 2015) e soluções para minimização do *makespan*³ no DNFSP⁴ (Lin; Ying, 2016) — o uso prático desses sistemas nas plantas de pré-fabricação ainda é limitado. Essa restrição deve-se ao alto investimento inicial, à falta de recursos financeiros, à atual cultura de trabalho e a outros fatores estruturais que impedem a implantação de tecnologias como sistemas automáticos de paredes e pisos (Delgado *et al.*, 2019).

2.4.3 Desafios Logísticos

A logística na construção volumétrica *offsite* representa um dos maiores desafios operacionais para sua implementação. Diferentemente da construção tradicional, em que os materiais são entregues gradualmente ao longo da obra, a construção volumétrica demanda o transporte de grandes módulos tridimensionais, o que requer planejamento minucioso para evitar atrasos, danos e custos excessivos (BERTRAM *et al.*, 2019). Além disso, a limitação da infraestrutura viária em muitas cidades e a necessidade de autorizações especiais para o transporte de cargas volumosas aumentam a complexidade da operação (TAPIA *et al.*, 2023).

As limitações de acesso aos canteiros, comuns em países em desenvolvimento, representam um desafio logístico significativo. Estradas estreitas, declives acentuados, curvaturas reduzidas e proximidade de linhas de energia dificultam o transporte de módulos e a operação de guindastes. A indisponibilidade de equipamentos adequados e a necessidade de licenças adicionais para cargas superdimensionadas aumentam os custos e os prazos, comprometendo a competitividade do sistema modular (TAPIA *et al.*, 2023).

A falta de coordenação e comunicação entre os diferentes agentes envolvidos no processo construtivo — do planejamento à montagem — gera problemas, como a entrega

² *Distributed Permutation Flow Shop Scheduling Problem* (em português: Problema de Programação Flow Shop com Permutação Distribuída). É um problema clássico de programação da produção, estudado em pesquisa operacional e engenharia de produção.

³ É o tempo total necessário para concluir todas as tarefas de um conjunto, desde o início da primeira até o término da última.

⁴ O DNFSP (*Distributed No-Wait Flow Shop Problem* (em português: Problema de *Flow Shop* Distribuído com Restrição *No-Wait*) é um problema de sequenciamento da produção em múltiplas fábricas do tipo *flow shop*, no qual os trabalhos devem passar pelas máquinas na mesma ordem e sem tempo de espera entre as operações, geralmente com o objetivo de minimizar o *makespan*.

excessiva ou inadequada de módulos, o que causa congestionamento nos canteiros e atrasos na montagem. A ausência de integração da cadeia de suprimentos também resulta em falhas na sincronização entre transporte, fabricação e instalação, impactando diretamente os prazos e os custos (SUN *et al.*, 2020).

Os custos de implantação do local, embora muitas vezes não sejam contabilizados no núcleo de custos dos pré-fabricados, constituem um componente vital na construção *offsite*. Isso envolve infraestrutura temporária para acomodar equipes, escritórios, refeitórios, áreas de armazenamento e serviços de apoio. Tais custos variam conforme a intensidade das atividades “no local” e “fora do local” e influenciam diretamente o planejamento logístico do projeto. Além disso, custos anormais associados ao transporte de equipamentos e à logística de montagem podem impactar prazos e orçamentos (SERUGGA *et al.*, 2023).

Aspectos logísticos incluem o aumento das exigências de transporte e de armazenamento, a distância entre a fábrica e o canteiro de obras, a dificuldade de acesso a locais de construção em áreas urbanas densas e a necessidade de reorganizar a cadeia de suprimentos. Desafios como o congestionamento no local, a limitação de espaço e a movimentação de módulos afetam diretamente a eficiência e o prazo de execução (RIBEIRO; ARANTES; CRUZ, 2022).

Ainda segundo Rajanayagam *et al.* (2021), as dificuldades logísticas incluem o acesso limitado a pontos de conexão durante a montagem, a necessidade de sistemas avançados de intertravamento para agilizar a instalação e desmontagem, e restrições no posicionamento de módulos em canteiros com limitações físicas. A manipulação de múltiplas polias e correntes para manter o equilíbrio dos módulos durante a elevação também aumenta o tempo de montagem e pode causar atrasos.

As restrições de transporte figuram entre os principais desafios logísticos na implementação da construção modular (Pervez *et al.*, 2022). A movimentação de módulos de grandes dimensões requer planejamento rigoroso, incluindo rotas específicas, autorizações e cuidados adicionais para evitar danos durante o transporte. Além disso, a logística deficiente, aliada à coordenação inadequada entre fabricantes, transportadores e equipes de montagem, pode gerar atrasos e elevar os custos operacionais.

A logística de implementação da construção *offsite*, conforme apontam Obi *et al.* (2025), demanda planejamento minucioso para o transporte e a instalação dos módulos fabricados fora do local. Esse processo envolve desafios relacionados à movimentação de grandes componentes, restrições de acesso ao canteiro e necessidade de integração precisa entre transporte e montagem para evitar atrasos e sobrecustos.

Os desafios logísticos identificados por Marinelli *et al.* (2022) envolvem não apenas os custos elevados, mas também a complexidade associada à movimentação, ao armazenamento e à montagem dos módulos no canteiro. A coordenação inadequada entre transporte e instalação pode levar a atrasos e custos adicionais, especialmente em projetos que exigem precisão no encaixe e no posicionamento dos elementos pré-fabricados.

Os desafios logísticos incluem restrições de acesso, dificuldades de transporte em áreas urbanas densamente povoadas e altos custos logísticos decorrentes da localização remota das fábricas de pré-fabricação. Li (2023) ressalta que as limitações legais de altura para transporte e o formato volumétrico dos módulos aumentam a complexidade operacional. Além disso, a distância entre fábricas e canteiros de obras eleva o custo por metro quadrado, tornando a logística um fator decisivo para a viabilidade do projeto.

Os aspectos gerenciais também requerem atenção: Wang *et al.* (2023) identificam a fragmentação da cadeia produtiva, a ineficiência na coordenação entre agentes e a ausência de modelos colaborativos como fatores que enfraquecem a capilaridade dos projetos e dificultam a operacionalização efetiva da construção industrializada.

Os desafios logísticos na adoção da construção volumétrica *offsite* incluem também restrições ao transporte — como limitações dimensionais, requisitos especiais de tráfego urbano e distâncias máximas — além de rastreabilidade e compartilhamento de informações deficientes, especialmente quando se utilizam processos tradicionais. Tecnologias, como plataformas habilitadas para a Internet das Coisas (IoT), vêm sendo propostas para monitoramento em tempo real, mas ainda não são amplamente adotadas. Adicionalmente, as vibrações durante o transporte, agravadas pela condição das vias, podem danificar componentes pré-fabricados, o que reforça a necessidade de planejamento de proteção desde a etapa inicial do projeto (ZHANG *et al.*, 2022; ZHONG *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2018; COLLINS, 2016; SCHOENBORN, 2012).

Ademais, a logística do transporte e montagem dos módulos é um desafio crítico. Devido às dimensões e ao peso das unidades volumétricas, o transporte exige infraestrutura adequada, rotas bem planejadas e equipamentos especializados, além de autorizações especiais para circulação em vias urbanas (TAPIA *et al.*, 2023). A falta de soluções logísticas eficientes pode aumentar os custos operacionais e comprometer as previsões de projetos *offsite*, reforçando a necessidade de investimentos em infraestrutura e de melhorias nos processos de montagem e instalação dos módulos (FERREIRA, 2024).

Embora a construção modular ajude a acelerar prazos, os desafios logísticos ainda se destacam: atrasos frequentes nos cronogramas, limitações na capacidade de transporte e

obstáculos no recebimento dos módulos comprometem a fluidez do processo (Thurairajah *et al.*, 2023).

Outro fator crítico é a necessidade de instalações adequadas para o armazenamento e a pré-montagem dos módulos. Diferentemente dos métodos convencionais, a construção volumétrica *offsite* exige espaços amplos e bem equipados para receber, armazenar e preparar os módulos antes da montagem final, o que pode implicar a entrada em áreas urbanas densamente ocupadas (FERREIRA, 2024). Além disso, a falta de sincronia entre a fabricação, o transporte e a instalação dos módulos pode gerar gargalos logísticos, elevando os custos e o tempo de execução do projeto (GINIGADDARA *et al.*, 2022).

A montagem dos módulos no local de implantação também enfrenta desafios significativos. Como os módulos chegam prontos ou semiprontos ao canteiro, a precisão na sua instalação é essencial para evitar desalinhamentos e falhas estruturais. Esse processo exige equipamentos especializados, mão de obra altamente qualificada e planejamento estratégico, garantindo que cada módulo seja posicionado corretamente e conectado de forma eficiente à estrutura geral da edificação (JELLEN; MEMARI, 2013).

Os principais desafios logísticos identificados são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Principais Desafios Logísticos

Desafio	Descrição
Transporte de módulos de grande porte é um desafio (guindastes)	dificuldades devido ao tamanho e peso das peças, exigindo rotas específicas, licenças especiais e cuidados adicionais para garantir que cheguem ao destino sem danos
Proteção durante o transporte	Os módulos precisam de proteção adequada contra danos climáticos e físicos durante o transporte
Vida útil da edificação	A construção volumétrica <i>offsite</i> pode ser percebida como menos adequada para edificações que precisam ter uma vida útil prolongada, devido a preocupações relacionadas à durabilidade e à resistência estrutural ao longo do tempo, em comparação com os métodos construtivos tradicionais

Fonte: Autora, 2026.

Por fim, a integração da cadeia de suprimentos na construção volumétrica *offsite* ainda é um desafio a ser superado. A dependência de fornecedores altamente especializados e a necessidade de um planejamento *just-in-time* para evitar atrasos na produção e na entrega dos módulos tornam a logística um fator determinante para o sucesso desse modelo construtivo (SONG *et al.*, 2005). O desenvolvimento de estratégias logísticas mais eficientes, aliado a investimentos em infraestrutura de transporte e a orientações específicas para a construção *offsite*, pode mitigar esses desafios e tornar a construção volumétrica mais viável no Brasil.

2.4.4 Desafios Culturais e de Mercado

A adoção da construção volumétrica *offsite* enfrenta desafios não apenas técnicos e financeiros, mas também culturais e de mercado, que influenciam a liberdade e a disseminação desse modelo construtivo. Um dos principais obstáculos é a resistência à inovação na indústria da construção civil, que, historicamente, apresenta baixa propensão à mudança e forte apego aos métodos tradicionais (FERREIRA, 2024). Muitos profissionais e empresas ainda percebem a construção *offsite* como uma alternativa rigidamente padronizada e pouco flexível, associando-a à falta de personalização e à perda de controle sobre o processo construtivo, o que dificulta sua ampla adoção (GINIGADDARA *et al.*, 2022).

Grande parte dos sistemas de construção *offsite* implementados na América Latina é importada de países desenvolvidos, sem adaptações significativas, o que reflete a baixa maturidade da pesquisa e do desenvolvimento locais. Essa prática leva a soluções pouco alinhadas às condições construtivas, econômicas e logísticas das economias emergentes, o que dificulta a aceitação no mercado e a integração à cadeia produtiva local (TAPIA *et al.*, 2023).

O mercado de construção modular ainda imaturo, aliado ao predomínio de métodos tradicionais lucrativos, alimenta a percepção de que a modularização é mais cara e arriscada. Essa percepção negativa, somada à falta de profissionais qualificados e à ausência de cultura de colaboração, reduz a aceitação da tecnologia por empreiteiros e desenvolvedores (SUN *et al.*, 2020).

A aplicação de metodologias de modelagem de custos na construção *offsite* requer adaptação às particularidades do setor e a integração de técnicas inovadoras de gestão da produção. A necessidade de mudança na mentalidade dos stakeholders para a adoção de práticas inspiradas na manufatura, como modelagem matemática e heurística para a redução de custos, representa um desafio cultural e de mercado, pois exige a aceitação e a capacitação das equipes envolvidas (SERUGGA *et al.*, 2023).

A resistência dos clientes à construção modular, associada à preferência por métodos construtivos tradicionais, constitui uma barreira cultural importante. A escassez de fornecedores especializados e a percepção de riscos associados à inovação reduzem o interesse do mercado. Além disso, as tendências e preferências dos consumidores podem limitar a demanda pelo método modular, sobretudo em contextos em que essa técnica ainda é pouco conhecida (RIBEIRO; ARANTES; CRUZ, 2022).

A diversidade de partes interessadas envolvidas nos projetos modulares, cada uma com objetivos e sistemas de valores próprios, eleva o risco de conflitos de interesse que podem afetar o desempenho e a qualidade final (Pervez *et al.*, 2022). Esse desafio é agravado pela falta de

familiaridade do mercado com a construção modular e pela preferência por métodos tradicionais, o que pode reduzir a demanda e limitar a aceitação do método por parte de clientes e investidores.

A adoção da *OSC* enfrenta resistências culturais e de mercado que, segundo Obi *et al.* (2025), decorrem de percepções negativas formadas historicamente, especialmente no período pós-Segunda Guerra Mundial, quando as construções pré-fabricadas no Reino Unido apresentaram desempenho aquém do esperado. Essa herança cultural influencia a confiança de clientes e usuários finais, além de exigir esforços adicionais de comunicação e de demonstração de qualidade para ampliar a aceitação do método.

De acordo com Marinelli *et al.* (2022), a predominância de práticas tradicionais na indústria da construção constitui um obstáculo cultural relevante à adoção da construção *offsite*. A resistência à mudança, associada ao domínio de processos convencionais e à relutância em alterar métodos consolidados, contribui para a lenta incorporação dessa abordagem no mercado. Além disso, a falta de familiaridade de clientes e profissionais com as especificidades da construção *offsite* reforça essa barreira.

A percepção negativa da construção modular, enraizada em estereótipos de moradias pré-fabricadas como habitações de baixa renda, reduz sua aceitação no mercado. Comentários depreciativos sobre a qualidade e a aparência estética reforçam a resistência de clientes e investidores. Segundo Li (2023), essa falta de confiança pública limita a participação no mercado, exigindo estratégias de rebranding e de melhoria da imagem para superar a barreira cultural.

Wang *et al.* (2023) apontam que o baixo reconhecimento público e a desconfiança quanto à qualidade dos edifícios pré-fabricados constituem desafios culturais significativos. Esse cenário decorre da falta de familiaridade com o método, somada a uma percepção negativa que ainda associa a tecnologia a construções inferiores ou temporárias.

A pouca flexibilidade de projeto imposta pelo modelo modular, aliada à relutância do mercado em adotar mudanças disruptivas no processo construtivo, gera resistência entre os profissionais. Muitos contratantes ainda preferem a construção tradicional por se sentirem mais confortáveis com seus processos estabelecidos (Thurairajah *et al.*, 2023).

Além disso, há um desconhecimento generalizado sobre os benefícios da construção volumétrica *offsite*, tanto entre os profissionais do setor quanto entre os clientes finais. A falta de informações claras e acessíveis sobre os ganhos em eficiência, qualidade e sustentabilidade contribui para a baixa demanda do mercado, tornando o modelo menos atraente para investidores e incorporadoras (TAPIA *et al.*, 2023). Esse cenário reforça a necessidade de

campanhas educacionais e de projeções práticas que evidenciem as vantagens desse método, possibilitando maior acessibilidade e interesse por parte dos stakeholders do setor (JELLEN; MEMARI, 2013).

Outro desafio relevante diz respeito ao posicionamento da construção volumétrica *offsite* no mercado imobiliário. Em muitas regiões, esse tipo de construção ainda sofre estigmatização e é erroneamente associado a habitações de baixa qualidade ou soluções temporárias, o que gera resistência por parte de consumidores e investidores (FERDOUS *et al.*, 2019). Para reverter essa percepção, é fundamental demonstrar a durabilidade, a eficiência energética e a qualidade dos acabamentos proporcionados pela construção *offsite*, evidenciando sua aplicabilidade em projetos de alto padrão e em infraestrutura pública (SONG *et al.*, 2005).

Os principais desafios culturais e de mercado identificados são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Principais Desafios Culturais e de Mercado

Desafio	Descrição
Resistência cultural	Há uma resistência cultural no setor de construção e entre os clientes em aceitar a construção volumétrica <i>offsite</i> como uma alternativa viável aos métodos tradicionais, devido a preconceitos ou falta de familiaridade com essa abordagem
Baixa demanda de mercado	O mercado para construção volumétrica <i>offsite</i> ainda é limitado, com baixa demanda por parte de clientes individualizados, empresas ou governos, o que dificulta o crescimento e investimento nessa modalidade de construção
Problemas de colaboração entre as partes interessadas, falta de contratos de colaboração	A construção volumétrica <i>offsite</i> enfrenta dificuldades na colaboração entre arquitetos, engenheiros, construtoras e fornecedores, agravadas pela falta de contratos específicos de colaboração que formalizem e incentivem essa cooperação

Fonte: Autora, 2026.

Por fim, a fragmentação da cadeia produtiva da construção civil também representa um desafio significativo. A construção volumétrica *offsite* exige um alto nível de colaboração entre projetistas, engenheiros, fabricantes de módulos e montadores, o que pode ser dificultado pela falta de integração entre os agentes do setor (BERTRAM *et al.*, 2019). Superar esses desafios exige mudanças na cultura organizacional das empresas, estimulando a celebração de contratos e o uso de tecnologias, como o BIM, para a integração entre as partes. Com um mercado mais alinhado às inovações, a construção volumétrica *offsite* poderá ampliar sua participação e consolidar-se como solução viável e competitiva no setor.

2.4.5 Desafios Governamentais e Regulatórios

Os regulamentos e a ausência de políticas públicas específicas para a construção volumétrica *offsite* dificultam a implementação e a expansão desse modelo no Brasil. Um dos principais entraves é a ausência de normas técnicas padronizadas, o que gera incerteza entre

profissionais, investidores e órgãos fiscalizadores (SABBATINI, 1989). Embora a construção tradicional já possua regulamentações bem definidas, a construção volumétrica *offsite* carece de normas específicas que abordem aspectos como segurança estrutural, desempenho térmico e eficiência energética, o que pode dificultar o acesso a órgãos reguladores (FERREIRA, 2024).

Embora o estudo não tenha foco direto nas políticas públicas, os autores destacam que a adaptação do mercado de máquinas e equipamentos ao novo método é essencial e que os resultados poderiam embasar políticas habitacionais que incentivem a adoção de construções industrializadas mais acessíveis e sustentáveis. Isso indica que a ausência de regulamentações e de incentivos específicos limita a expansão da metodologia em economias emergentes (TAPIA *et al.*, 2023).

A ausência de apoio governamental consistente, tanto em políticas de incentivo quanto em regulamentações específicas, limita a adoção da construção modular. Embora alguns países, como Cingapura, adotem políticas obrigatórias para estimular a pré-fabricação, são raros, globalmente, os sistemas de incentivos maduros e abrangentes. A falta de códigos e normas adaptados à realidade modular também constitui uma barreira regulatória relevante (SUN *et al.*, 2020).

Taxas de licenciamento, autorizações e conformidade regulatória — incluindo exigências ambientais, de segurança e de desempenho energético — geram custos adicionais e demandam gestão criteriosa. Questões regulatórias específicas, como a proteção do patrimônio, o controle ambiental e o atendimento a normas técnicas, influenciam diretamente a modelagem e a previsão de custos, podendo tornar-se um desafio para a implementação da construção *offsite* (SERUGGA *et al.*, 2023).

A ausência de regulamentações específicas e de incentivos governamentais à construção modular, identificada como uma barreira crítica na China e em outros países, limita a adoção desse método. Políticas inadequadas e a ausência de um arcabouço regulatório adaptado às especificidades da construção modular dificultam a padronização e a aceitação do sistema no setor (RIBEIRO; ARANTES; CRUZ, 2022).

A ausência de códigos e padrões de projeto específicos para a construção modular é apontada por Pervez *et al.* (2022) como um risco crítico, pois a aplicação de um método inovador sem respaldo normativo pode acarretar perdas financeiras e comprometer a segurança das construções. Além disso, a falta de apoio governamental, que em outros países se manifesta por meio de subsídios, incentivos fiscais e facilitação de aprovações, representa um obstáculo à adoção mais ampla do método, restringindo a obtenção de licenças e dificultando sua integração no planejamento urbano.

Obi *et al.* (2025) indicam que, apesar do potencial da OSC, a sua efetiva implementação demanda o alinhamento de políticas públicas, regulamentações e normas técnicas que incentivem sua adoção. No contexto britânico, a ausência de diretrizes integradas e de um quadro regulatório específico dificulta a padronização de processos e a criação de um ambiente propício à expansão dessa abordagem construtiva.

Embora o estudo de Marinelli *et al.* (2022) foque principalmente em desafios técnicos, financeiros, logísticos e culturais, a análise comparativa com outras pesquisas citadas pelos autores revela que, em muitos contextos, a ausência de políticas públicas específicas e de regulamentações adaptadas à construção *offsite* também dificulta a implementação dessa modalidade. A falta de diretrizes claras para padronização, certificação e aprovação de projetos contribui para a insegurança dos agentes do setor.

No âmbito regulatório, há insuficiência de códigos e padrões governamentais específicos para construção modular, o que dificulta sua implementação. As medidas de incentivo são escassas e não estimulam adequadamente o setor. A falta de regulamentação abrangente e de monitoramento reduz a credibilidade dos fornecedores e aumenta a insegurança no mercado. Ademais, o processo de aprovação de projetos modulares tende a ser mais demorado do que o processo convencional, devido à pouca familiaridade das autoridades com o método, o que gera atrasos e incertezas para os empreendedores.

A ausência de políticas públicas eficazes e coerentes para a promoção da construção pré-fabricada impede o avanço do setor. Wang *et al.* (2023) identificam, entre os principais entraves, a falta de regulamentações específicas, incentivos estruturais insuficientes e incoerências no planejamento, o que compromete a adoção e o desenvolvimento sustentável dessa tecnologia no setor.

Desafios como altos custos e atrasos indicam a necessidade de políticas e diretrizes que facilitem e estimulem o uso da construção modular por meio de incentivos e marcos normativos adequados (Thurairajah *et al.*, 2023).

Além disso, a burocracia excessiva e a lentidão nos processos de aprovação de projetos representam desafios significativos. Como a construção volumétrica *offsite* ainda não é amplamente estudada nas normativas brasileiras, muitos projetos enfrentam dificuldades na obtenção de licenciamento e aprovação junto aos órgãos públicos, o que compromete a previsão do modelo (TAPIA *et al.*, 2023). Essa falta de alinhamento regulatório impacta o ritmo de adoção da tecnologia e reduz o interesse de construtoras e incorporadoras em investir nesse modelo inovador (BARTON; WILSON, 2021).

Outro obstáculo relevante está relacionado à desigualdade tributária entre os sistemas construtivos. Em muitos casos, os impostos aplicados a materiais e processos industrializados são mais altos do que os cobrados na construção convencional, o que torna a construção volumétrica *offsite* menos competitiva do ponto de vista econômico (CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES, 2022). Para viabilizar a expansão desse modelo, é essencial implementar incentivos fiscais e mecanismos de financiamento específicos, permitindo que as empresas do setor tenham condições de concorrência mais equilibradas e ofereçam preços mais atrativos ao mercado.

Os principais desafios culturais e de mercado identificados são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Principais Desafios Governamentais e Regulatórios

Desafio	Descrição
Nenhuma orientação técnica/padrões/melhores práticas fornecidas pelo governo	O governo não fornece orientações técnicas, padrões ou melhores práticas específicas para a construção volumétrica <i>offsite</i> , o que cria incertezas e falta de diretrizes claras para o setor
Insegurança jurídica, burocracia e lentidão com direito imobiliário, normalização e repetibilidade	Construção volumétrica <i>offsite</i> enfrenta insegurança jurídica devido à burocracia e à lentidão na aprovação de normas relacionadas ao direito imobiliário, à padronização de processos e à repetibilidade de projetos
Reformas estruturais lentas, tanto administrativas quanto políticas	As mudanças necessárias em estruturas administrativas e políticas, que poderiam facilitar e incentivar a construção volumétrica <i>offsite</i> , são implementadas de forma lenta, dificultando avanços no setor
Reforma tributária e isonomia tributária	A ausência de uma reforma tributária que permita isonomia nas tributações, coloca a construção volumétrica <i>offsite</i> em desvantagem em relação a outros métodos construtivos, aumentando os custos e reduzindo sua competitividade

Fonte: Autora, 2026.

Além disso, há uma carência de políticas públicas voltadas ao fomento à construção industrializada. Em países como o Reino Unido e Singapura, o governo desempenha um papel ativo no incentivo à construção externa, promovendo subsídios, regulamentações específicas e incentivos a projetos habitacionais e de infraestrutura (NAO, 2005). No Brasil, a implementação de programas governamentais que incentivem o uso da construção volumétrica externa pode ser determinante para acelerar sua adoção, garantindo maior eficiência, sustentabilidade e acessibilidade habitacional.

2.5 OPORTUNIDADES PARA A CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA *OFFSITE*

A adoção da construção volumétrica *offsite* tem sido impulsionada por avanços tecnológicos que otimizam processos produtivos e melhoram a qualidade e a eficiência das edificações. Uma das principais tecnologias aplicadas nesse modelo é o *Building Information Modeling* (BIM), que permite a integração de todas as disciplinas do projeto em um ambiente digital (TAN *et al.*, 2019). O uso do BIM possibilita simulações aprimoradas, detecção de interferências e otimização da produção fabril, garantindo maior precisão na fabricação e na montagem de módulos volumétricos (JELLEN; MEMARI, 2013).

Outra inovação relevante é o uso de robótica e automação na fabricação de módulos, o que reduz erros humanos, melhora a qualidade dos acabamentos e aumenta a produtividade (BERTRAM *et al.*, 2019). Além disso, no contexto da construção volumétrica *offsite*, tecnologias como a impressão 3D e a fabricação aditiva vêm sendo investigadas para a produção de módulos e componentes tridimensionais em ambiente fabril, contribuindo para maior liberdade de projeto e para a potencial redução do desperdício de materiais (FERREIRA, 2024).

No campo dos materiais, avanços como compósitos estruturais leves, painéis isolantes de alto desempenho e concreto de ultra-alta resistência, reforçados para aumentar a durabilidade e a eficiência energética das construções volumétricas (GINIGADDARA *et al.*, 2022). Além disso, soluções sustentáveis, como revestimentos fotovoltaicos integrados e sistemas de captação de água pluvial, estão sendo incorporadas a esses módulos para tornar as edificações mais autônomas e ambientalmente responsáveis (TAPIA *et al.*, 2023).

Por fim, tecnologias de Internet das Coisas (IoT) e sensores inteligentes estão sendo aplicados ao monitoramento em tempo real das condições estruturais e operacionais dos módulos, permitindo a manutenção preditiva e maior controle da eficiência energética (SONG *et al.*, 2005). Com a evolução contínua dessas tecnologias, a construção volumétrica *offsite* tende a se consolidar como um modelo altamente eficiente, sustentável e competitivo no setor da construção civil. Entretanto, a concretização desse potencial também depende do amadurecimento das empresas e do desenvolvimento das capacidades necessárias à sua implementação em larga escala.

Nesse contexto, Melo e Medeiros (2022), ao analisarem a trajetória de uma *startup* brasileira de construção modular, destacam que a consolidação desse modelo construtivo no país depende não apenas dos avanços tecnológicos, mas também do fortalecimento das capacidades organizacionais e produtivas das empresas. Os autores apontam que a manutenção da operação industrial entre projetos, o acúmulo gradual de experiência na execução de empreendimentos mais complexos, a formação de profissionais qualificados em projeto e

fabricação e a adoção de níveis adequados de padronização são fatores essenciais para ampliar a competitividade do setor. Além disso, ressaltam que o crescimento da construção modular representa uma oportunidade para o desenvolvimento de novos negócios e para o avanço da industrialização da construção no Brasil.

2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS E REGULAÇÕES NO BRASIL

A construção volumétrica *offsite* ainda enfrenta desafios regulatórios e a ausência de políticas específicas no Brasil, o que dificulta sua implementação e expansão no setor da construção civil. Diferentemente de países como Reino Unido, Singapura e Austrália, onde há normativas e incentivos governamentais para estimular a adoção de métodos construtivos industrializados (NAO, 2005; TAPIA *et al.*, 2023), o Brasil carece de uma estrutura regulatória consolidada para esse modelo. Atualmente, a legislação brasileira ainda é majoritariamente voltada para os processos tradicionais de construção, o que resulta em lacunas normativas e dificuldades na aprovação de projetos externos (FERREIRA, 2024).

Um dos principais entraves regulamentares é a ausência de normas técnicas específicas para a construção volumétrica externa. Apesar da existência de regulamentações voltadas a sistemas pré-fabricados e à modulação construtiva, a literatura já apontava, desde o final da década de 1980, lacunas quanto à definição de diretrizes específicas para a fabricação, o transporte, a montagem e o desempenho estrutural de módulos volumétricos (SABBATINI, 1989), questão que ainda vem sendo discutida em estudos mais recentes sobre construção *offsite*. Essa ausência de padronização pode gerar incertezas na aprovação de projetos, dificuldades no financiamento e inconsistências na aplicação das normas de segurança e de desempenho (GINIGADDARA *et al.*, 2022).

Outro obstáculo significativo é a burocracia no licenciamento de projetos. Como a construção volumétrica *offsite* não segue os mesmos trâmites da construção convencional, os órgãos reguladores muitas vezes têm dificuldades em enquadrá-la nas normas vigentes, o que pode levar a atrasos na obtenção de alvarás e autorizações (BARTON; WILSON, 2021). Para viabilizar a adoção desse modelo no país, seria essencial a criação de diretrizes claras e padronizadas, facilitando a aprovação e fiscalização dos projetos e garantindo maior segurança jurídica para construtoras e investidores (FERREIRA, 2024).

Além dos desafios normativos, a construção volumétrica *offsite* no Brasil também enfrenta desigualdade tributária em relação à construção tradicional. Muitas empresas que adotam processos industrializados enfrentam uma carga tributária mais elevada, o que compromete sua competitividade e desestimula investimentos na área (CENTRO DE

TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES, 2022). Em países como o Reino Unido e os Estados Unidos, já existem incentivos fiscais e subsídios governamentais direcionados à construção *offsite*, o que cria um ambiente mais favorável à adoção dessa prática (MILES; WHITEHOUSE, 2013). No Brasil, seria necessário reconhecer a construção volumétrica *offsite* como um modelo estratégico para a modernização da construção civil, incluindo a redução de impostos sobre materiais industrializados e a criação de linhas de financiamento específicas para projetos *offsite* (TAPIA *et al.*, 2023).

Para superar esses desafios, é fundamental que o governo e as entidades do setor promovam debates e publiquem artigos sobre políticas públicas voltadas ao incentivo à construção industrializada. Medidas como a atualização das normas técnicas, a simplificação dos processos de licenciamento, os incentivos fiscais e as linhas de crédito diferenciadas poderiam acelerar a adoção da construção volumétrica *offsite* no Brasil, tornando o setor mais eficiente, sustentável e competitivo (FERREIRA, 2024). Sem essas ações, a adoção desse modelo construtivo continuará enfrentando entraves estruturais, o que limitará seu potencial de transformar a construção civil brasileira.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, são apresentados os passos e as estratégias adotados para alcançar os objetivos do trabalho e responder às questões de pesquisa formuladas no primeiro capítulo. Estão descritos detalhadamente os procedimentos empregados, incluindo os instrumentos de coleta de dados e as técnicas utilizadas na análise das informações coletadas, considerando a natureza da pesquisa e os recursos disponíveis. A partir deste capítulo, busca-se fornecer uma visão concisa e transparente de como a pesquisa foi conduzida, abrindo espaço para que outros pesquisadores compreendam e analisem a credibilidade dos resultados obtidos.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

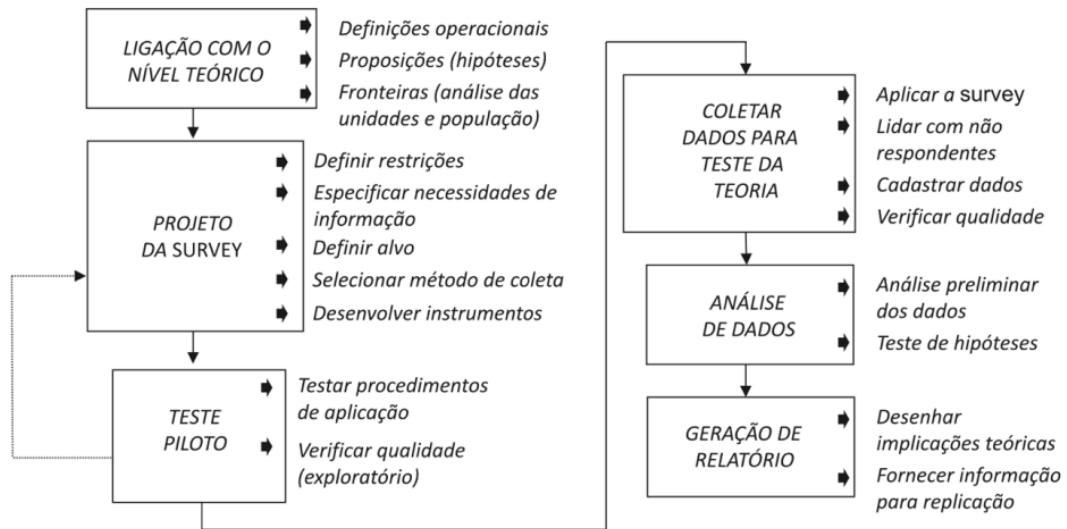
A principal estratégia de pesquisa na aplicação de questionários é a metodologia *Survey*⁵. Para balizar conceitualmente e estruturar este instrumento de coleta, realizou-se uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS).

A escolha da estratégia de pesquisa foi direcionada à realização de uma *Survey*, visando à verificação empírica do modelo concebido. Para Sreejesh, Mohapatra e Anusree (2014), a *Survey* é uma técnica de levantamento de dados que envolve a apresentação de um conjunto de questões predefinidas a indivíduos que compõem um grupo demograficamente definido. Essa abordagem permite explorar diretamente as percepções e opiniões das entidades em questão, por meio de entrevistas verbais ou não verbais. A *Survey* é uma ferramenta valiosa para obter *insights* quantitativos e qualitativos, proporcionando uma compreensão abrangente das variáveis analisadas no contexto da pesquisa.

Inicialmente, serão estabelecidos os conceitos fundamentais identificados como cruciais, que serão convertidos em variáveis a serem examinadas. Esse processo visa a criar um modelo conceitual detalhado que servirá de estrutura para a condução da pesquisa. A elaboração cuidadosa do modelo conceitual é importante, pois proporciona uma base sólida para a formulação de hipóteses e a compreensão das relações entre as variáveis analisadas. Essa etapa é fundamental para orientar a coleta de dados e as análises subsequentes, garantindo a robustez e a relevância do estudo. As seções seguintes deste capítulo descrevem minuciosamente as fases de implementação da pesquisa por meio de questionário adotadas neste estudo. Na Figura 7 é apresentado um fluxograma para a condução da pesquisa *Survey*.

⁵ A *Survey* de experiência surgiu como uma das principais estratégias de pesquisa exploratória a partir da década de 1950, consolidando-se como uma metodologia relevante para aprofundar a compreensão sobre características específicas. A realização de entrevistas com indivíduos que possuem experiência prévia no tema investigado permite uma análise precisa do problema, contribuindo significativamente para a construção do conhecimento na área de estudo (GIL; REIS NETO, 2021).

Figura 7 - Etapas para a realização da Survey

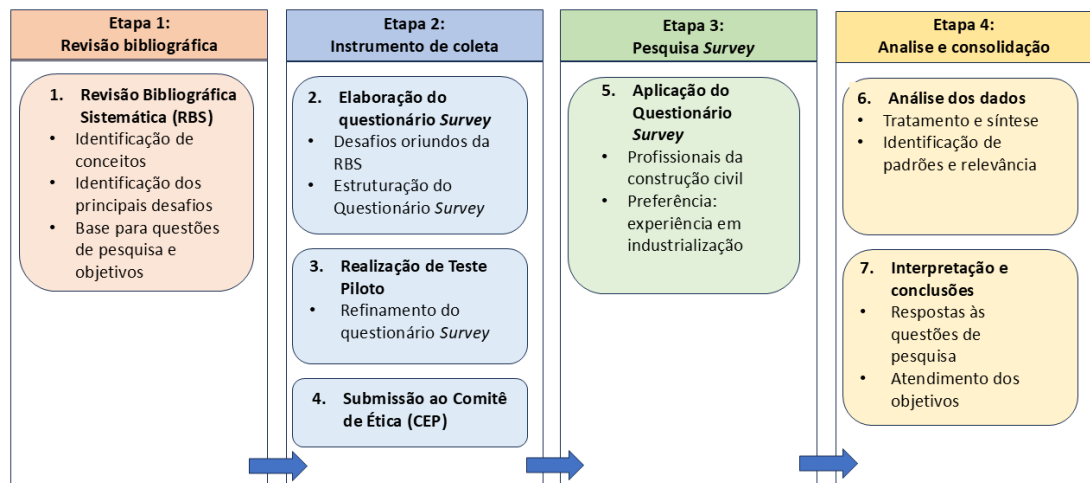


Fonte: Miguel e Ho (2010) adaptado de Forza (2002).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos, a execução deste estudo seguiu a metodologia delineada na Figura 8, na qual são ilustradas as várias etapas envolvidas.

Figura 8 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autora, 2026.

A Revisão Bibliográfica, **primeira etapa** desta pesquisa, focou na identificação do conceito e da definição da Construção Volumétrica *Offsite*, bem como nas oportunidades e nos desafios à sua adoção na construção civil brasileira, já identificados na literatura disponível. Também balizou a formulação das questões de pesquisa, os objetivos traçados e a base

conceitual para a elaboração do capítulo 2 deste trabalho. Para tal, realizou-se uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS).

A **segunda etapa** da pesquisa consistiu na elaboração do instrumento de coleta, com base nos principais desafios identificados na revisão bibliográfica. O questionário foi elaborado com base na Escala *Likert*, que permite medir extremos de opinião e facilita que os entrevistados manifestem seu grau de concordância ou discordância em relação aos desafios apresentados. Segundo Dalmoro e Vieira (2014), a Escala *Likert* é uma ferramenta eficiente para avaliar a importância relativa de fatores individuais, permitindo investigar a opinião dos participantes.

Antes da aplicação do questionário *Survey* ao público-alvo, foi realizado um teste piloto visando ao seu aprimoramento. Em seguida, o Projeto de Pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar.

A **terceira etapa** consistiu na aplicação do questionário (Pesquisa *Survey*), utilizando a metodologia *Survey*, aos profissionais da construção civil que, preferencialmente, possuem experiência em aspectos relacionados à industrialização da construção civil. Como público-alvo, foram incluídos projetistas, incorporadores, construtores, consultores técnicos, pesquisadores, formuladores de políticas públicas e profissionais ligados ao suprimento de materiais/componentes, entre outros.

Os entrevistados foram solicitados a avaliar o grau de relevância dos desafios listados nos questionários, atribuindo uma classificação de "1 a 5", em que "1" representa "DT - Discordo Totalmente", "2" representa "D - Discordo", "3" representa "N - Neutro", "4" representa "C - Concordo" e "5" representa "CT - Concordo Totalmente"⁶.

A **quarta etapa** foi dedicada à análise dos resultados obtidos, com o propósito de responder às questões de pesquisa formuladas e, consequentemente, alcançar os objetivos traçados neste trabalho.

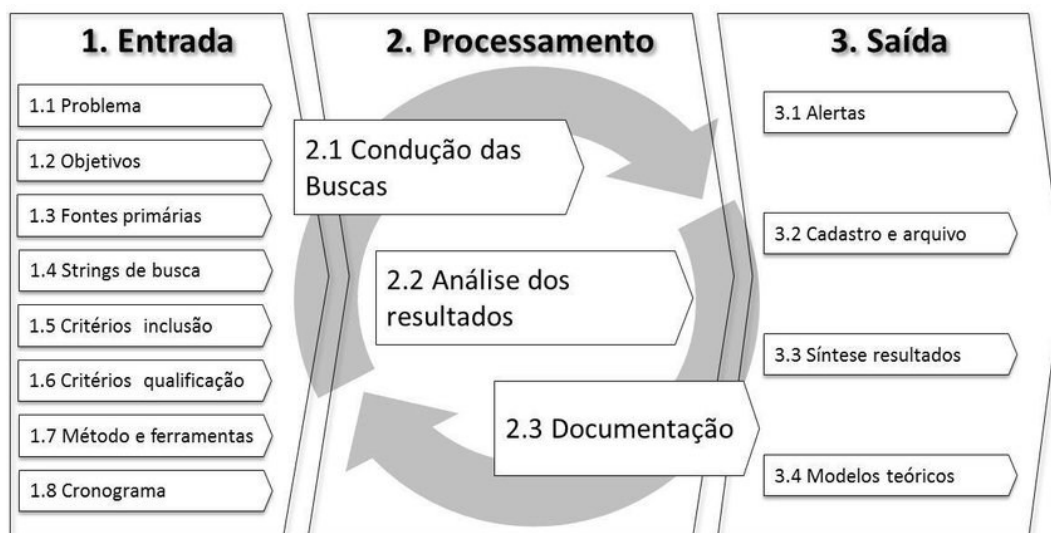
Na sequência, apresenta-se o detalhamento de cada uma destas etapas.

3.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a revisão bibliográfica, optou-se por realizar uma RBS, seguindo o modelo de condução proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), conforme ilustrado na Figura 9, com o propósito de identificar lacunas no conhecimento da área de ICC relacionadas à adoção da construção volumétrica *offsite* na ICC.

⁶ Nas representações gráficas dos resultados desta pesquisa, as respostas para os desafios listados no instrumento de coleta serão apresentadas pelas suas siglas: "DT", "D", "N", "C", "CT".

Figura 9 - Etapas para a Realização da RBS Roadmap



Fonte: Conforto, Amaral e Silva, 2011.

De acordo com Conforto, Amaral e Silva (2011), um projeto de pesquisa deve iniciar-se com a definição clara do problema a ser investigado, delimitando seu contexto, suas fronteiras e sua abrangência. Na sequência, é fundamental que o pesquisador avance para a etapa de conscientização do problema, direcionando esforços à compreensão por meio da análise crítica da literatura científica atual e de fontes confiáveis.

Foram consultadas normas técnicas, teses, artigos e livros que abordam o tema em questão. A pesquisa preliminar da literatura foi realizada por meio das plataformas Scopus e *Web of Science* (WoS), utilizando *strings* de busca relacionadas ao tema, com as quais foi possível identificar fontes primárias para a pesquisa. As *strings* de busca foram escolhidas com base no tema e em palavras-chave de alguns artigos previamente selecionados, especialmente os enviados pelo orientador.

No Quadro 9, são apresentadas as *strings* de pesquisa estabelecidas para conduzir a RBS, bem como as bases de dados utilizadas na busca por trabalhos científicos relacionados ao tema. Diversas buscas preliminares foram realizadas para elaborar o conjunto de *strings* de pesquisa a ser utilizado nesta etapa. Após a análise preliminar, surgiu a necessidade de realizar uma busca mais abrangente nas bases de dados, segmentando-a por modalidade de industrialização na construção e, então, afinando-a, com o objetivo de encontrar os trabalhos relacionados aos temas específicos da pesquisa. O propósito dessa busca é assegurar a inclusão de todos os estudos pertinentes ao assunto, proporcionando, assim, uma visão abrangente das pesquisas realizadas até o momento.

Quadro 9 - Strings Utilizadas na Pesquisa

STRING PRINCIPAL	("Challenges" OR "Barriers") AND ("Volumetric Construction" OR "Offsite Construction" OR "Modular Construction")
BASES DE DADOS	STRINGS
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ("Challenges" OR "Barriers") AND TITLE-ABS-KEY ("Volumetric Construction" OR "Offsite Construction" OR "Modular Construction") AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 2014
SCOPUS	String Scopus (atualizada) -> TITLE-ABS-KEY ("Challenges" OR "Barriers") AND TITLE-ABS-KEY ("Volumetric Construction" OR "Offsite Construction" OR "Modular Construction") AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 2014 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))
WEB OF SCIENCE	TS = ("Challenges" OR "Barriers") AND TS = ("Volumetric Construction" OR "Offsite Construction" OR "Modular Construction") AND PY = (2014-2024) AND OA=true ->2024
WEB OF SCIENCE	TS = ("Challenges" OR "Barriers") AND TS = ("Volumetric Construction" OR "Offsite Construction" OR "Modular Construction")

Fonte: Autora, 2026.

O processo de condução da revisão implicou a caracterização de cada estudo selecionado, a avaliação de sua qualidade, a identificação de conceitos essenciais e a conclusão sobre o que a literatura oferece em relação a um tema específico. Para realizar a RBS, é imprescindível estabelecer um protocolo de pesquisa. Esse protocolo de RBS define a estrutura metodológica da fase de revisão da literatura, incluindo os Critérios de Inclusão (CI) e os Critérios de Exclusão (CE). Vale ressaltar também que foram utilizados filtros (Quadro 10) para facilitar e direcionar a busca, pois possibilitam a identificação de trabalhos mais relevantes para a RBS da pesquisa.

Quadro 10 - Filtros utilizados na busca

Filtros
Acesso aberto
2014-2024
Artigos
Inglês

Fonte: Autora, 2026.

Para os critérios de inclusão (Quadro 11) dos documentos selecionados, foram considerados artigos publicados em periódicos e em anais de congresso, relacionados às áreas de engenharia e de industrialização da construção, com data de publicação recente e em língua inglesa. Para os critérios de exclusão (Quadro 12), por sua vez, foram considerados aspectos como a fuga do tema e a repetição de temas já abordados.

Quadro 11 - Critérios de inclusão

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
CI-1	Artigos que abordam assuntos relacionados aos conceitos, classes e características da Industrialização na Construção Civil
CI-2	Artigos que abordam assuntos relacionados aos desafios para a implementação da Industrialização na Construção Civil
CI-3	Artigos que abordam assuntos relacionados às tecnologias construtivas utilizadas e oportunidades de implementação

Fonte: Autora, 2026.

Quadro 12 - Critérios de exclusão

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
CE-1	Artigos que fogem de assuntos relacionados à Industrialização na Construção Civil
CE-2	Artigos que repetem os mesmos assuntos referentes à Industrialização na Construção Civil
CE-3	Artigos muito antigos, publicados há mais de 10 anos

Fonte: Autora, 2026.

Esses critérios de inclusão e exclusão foram adotados para garantir que os documentos selecionados sejam relevantes para a pesquisa. Com isso, foi conduzida, primeiramente, uma avaliação dos títulos dos trabalhos, para que, assim, fosse realizada a leitura dos resumos de artigos que pudessem estar relacionados e ser de interesse para o tema da pesquisa. Por fim, verificou-se a disponibilidade de acesso ao documento completo para inclusão nas referências da pesquisa bibliográfica.

Para o armazenamento dos trabalhos selecionados na RBS, utilizou-se o software Zotero, no qual as métricas de publicação foram organizadas automaticamente, como autoria, tipos de publicação, anos e volumes anuais, de modo que pudessem ser visualizadas em quadros, facilitando a compreensão dos resultados.

Outrossim, foi conduzida uma análise das informações coletadas sobre os gargalos identificados por meio da RBS, com o objetivo de, posteriormente, discutir os resultados obtidos. Portanto, realizou-se uma leitura crítica dos textos, identificando conceitos-chave, teorias relevantes, argumentos principais e lacunas na literatura. Essa análise permitiu a compreensão aprofundada do estado da arte da Construção Volumétrica *Offsite* e embasou a fundamentação teórica do estudo (capítulos 1 e 2).

Por fim, foi elaborado um relatório que sintetizou a RBS e apresentou, de modo preciso e organizado, as principais descobertas, análises e conclusões decorrentes da revisão realizada, para que o estudo em questão fosse bem fundamentado.

3.3.1 Processo de busca dos artigos

Após realizar buscas nas bases de dados Scopus e Web of Science utilizando termos relacionados ao tema da pesquisa, identificou-se um total de 178 artigos relevantes, sendo 98 na *Web of Science* e 80 no *Scopus*. Com isso, procedeu-se à mesclagem dos resultados das duas bases e foram removidos os artigos duplicados, resultando em um total de 143 artigos armazenados no Zotero para a análise. Essa busca criteriosa permitiu reunir um conjunto de informações que foram analisadas para embasar o estudo.

Após a aplicação dos primeiros filtros de busca (conforme o Quadro 5), que incluíram artigos de acesso aberto e de maior relevância, publicados entre 2014 e 2024 em língua inglesa, identificou-se um total de 143 artigos. Esses critérios foram adotados para garantir a seleção de documentos de relevância internacional. A busca por artigos relevantes e de acesso aberto é fundamental para assegurar a qualidade e a atualidade das informações utilizadas na pesquisa, além de permitir uma análise mais abrangente e precisa do tema em questão.

Após a busca na base de dados, procedeu-se, inicialmente, à avaliação dos títulos dos trabalhos encontrados, conforme o critério de qualificação adotado para os documentos, o que resultou na seleção de 50 artigos. Posteriormente, realizou-se uma análise dos resumos e das palavras-chave desses 50 artigos, com o objetivo de identificar os potencialmente relacionados e de interesse para o tema de pesquisa. Com isso, foram escolhidos 30 artigos para a leitura das introduções e das conclusões. Após essa etapa, foram selecionados 21 artigos para leitura completa. Além dos artigos identificados nas bases de dados, foram incluídos 10 estudos adicionais localizados por meio de uma busca complementar, realizada com base na análise das referências dos artigos previamente selecionados e de publicações reconhecidas na área. Dessa forma, o conjunto final da revisão consistiu em 31 artigos.

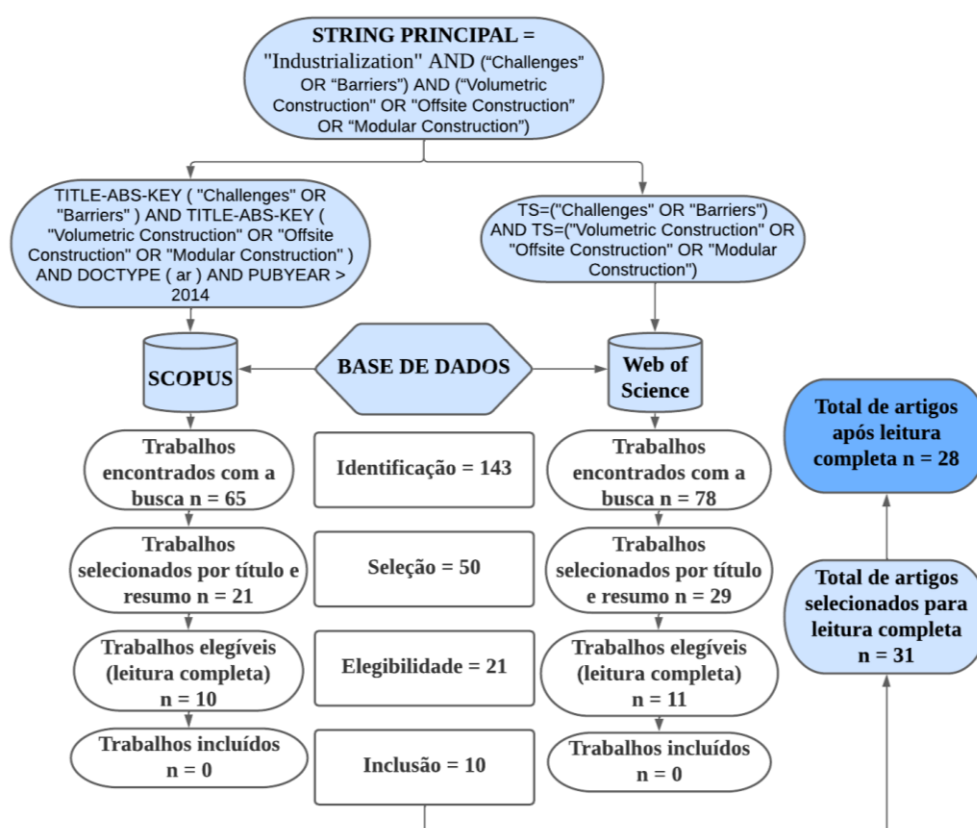
3.3.2 Armazenamento dos artigos

Após a minuciosa etapa de busca por trabalhos relacionados ao tema da pesquisa, os resultados foram organizados em um fluxograma Prisma, cujo objetivo é resumir a sequência desde o início da pesquisa até a seleção final dos artigos. Esse fluxograma não apenas oferece uma representação visual da metodologia adotada, mas também auxilia na compreensão do rigor do processo de seleção e na transparência do trabalho realizado.

Para armazenar as informações principais de cada artigo, utilizou-se o software Zotero, que permite manter a base de dados organizada. As principais informações das referências bibliográficas no Zotero incluem autores, ano de publicação, título e revista.

Após o armazenamento no *software* Zotero, iniciou-se a etapa de leitura dos documentos. Vale ressaltar que, por meio do próprio *software*, é possível ler os artigos e fazer marcações neles; portanto, os artigos foram avaliados e, possivelmente, descartados diretamente no Zotero. Após essa avaliação criteriosa dos artigos, 28 foram arquivados definitivamente como relevantes para a pesquisa. Após a seleção final dos artigos, o fluxograma prisma (Figura 10) foi atualizado para controlar todas as etapas do trabalho em questão.

Figura 10 - Fluxograma Prisma após leitura completa dos artigos



Fonte: Autora, 2026.

3.3.3 Discussão dos resultados da RBS

A RBS realizada neste estudo proporcionou uma análise dos desafios e das oportunidades para a implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil. Durante a etapa final da RBS, que consistiu na leitura completa de todos os 28 trabalhos selecionados, foi possível aprofundar o entendimento e identificar novas informações relevantes para a pesquisa.

A busca por aprimorar os procedimentos de industrialização na construção civil, marcada pela escassez de mão de obra, levou à consulta a experiências de outros países. Diversos estudos estão sendo conduzidos e aprimorados para aperfeiçoar os métodos de gestão nesse setor, enfatizando a necessidade de desenvolvimento tecnológico.

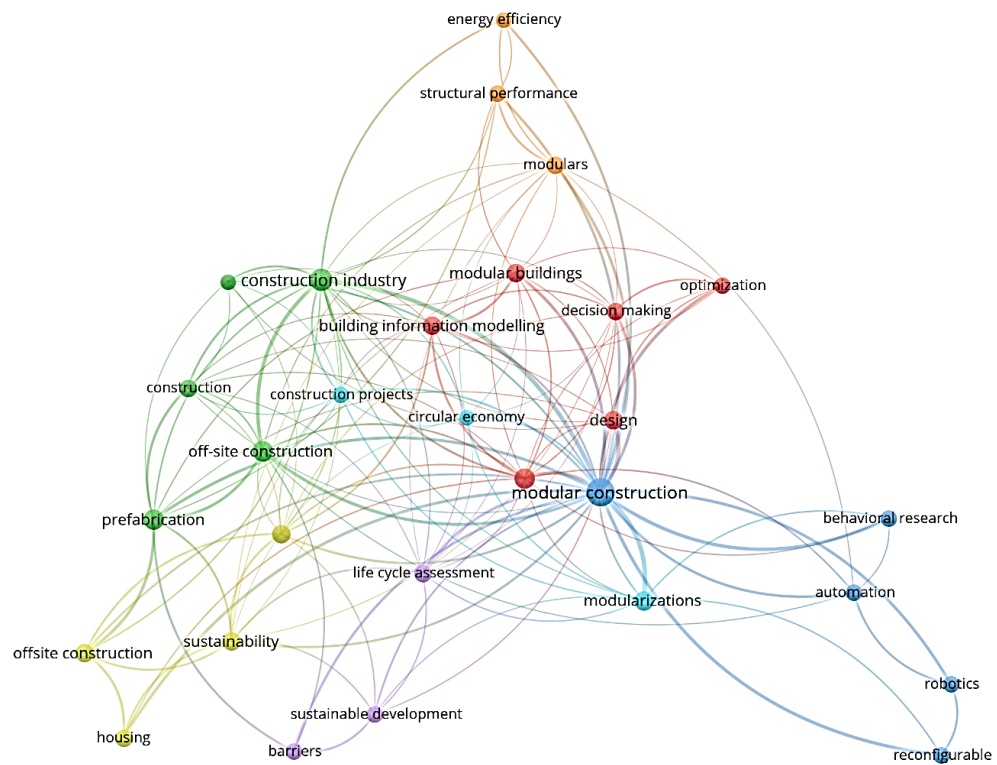
Os trabalhos analisados destacam as vantagens, os ganhos e as formas de aplicação de tecnologias no processo de fabricação no local e na pré-fabricação de construções industrializadas. O uso de tecnologias como BIM, Internet das Coisas (IoT), cibernética e automação mostra-se promissor, porém enfrenta desafios significativos à adoção em diversos países.

A falta de investimento de capital e apoio governamental, juntamente com a escassez de mão de obra qualificada e a ausência de estudos relacionados ao tema, é um dos desafios mais citados e foi apontada como um desafio significativo a ser superado para a implementação da tecnologia na construção civil. Os principais desafios identificados incluem o alto custo de implementação, a ausência de ferramentas adequadas, as regulamentações governamentais, a falta de profissionais qualificados e a escassez de estudos na área.

O *software* VOSViewer© (versão 1.6.20) é amplamente reconhecido como uma ferramenta eficaz para análises bibliométricas, permitindo a identificação e a organização de fontes em artigos científicos. Desenvolvido por Van Eck e Waltman (2010), o programa permite a visualização de redes bibliométricas por meio de mapas baseados em sistemas, nos quais os elementos são representados por nós e conectados por arestas que indicam o grau de proximidade entre eles.

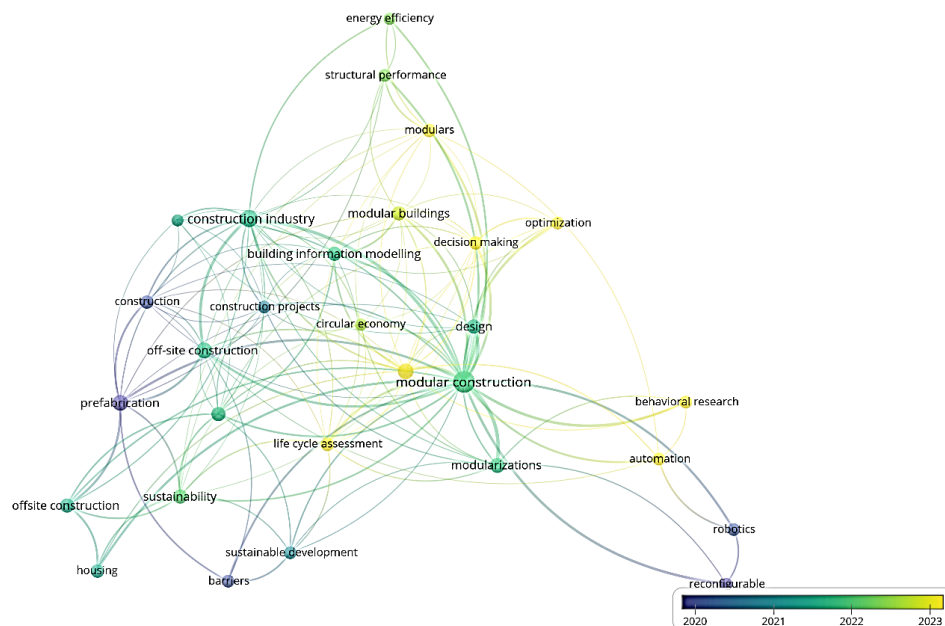
As Figuras 11, 12 e 13 apresentam, respectivamente, a nuvem de palavras, a nuvem de palavras incluindo os anos de publicação e o mapa de calor, elaborados no *software* VOSviewer. Essas visualizações foram realizadas com base nas palavras-chave dos autores de cada artigo da busca realizada nas bases *Scopus* e *Web of Science*, o que demonstra uma forte correlação entre os temas abordados.

Figura 11 - Nuvem de palavras-chave relacionadas ao trabalho



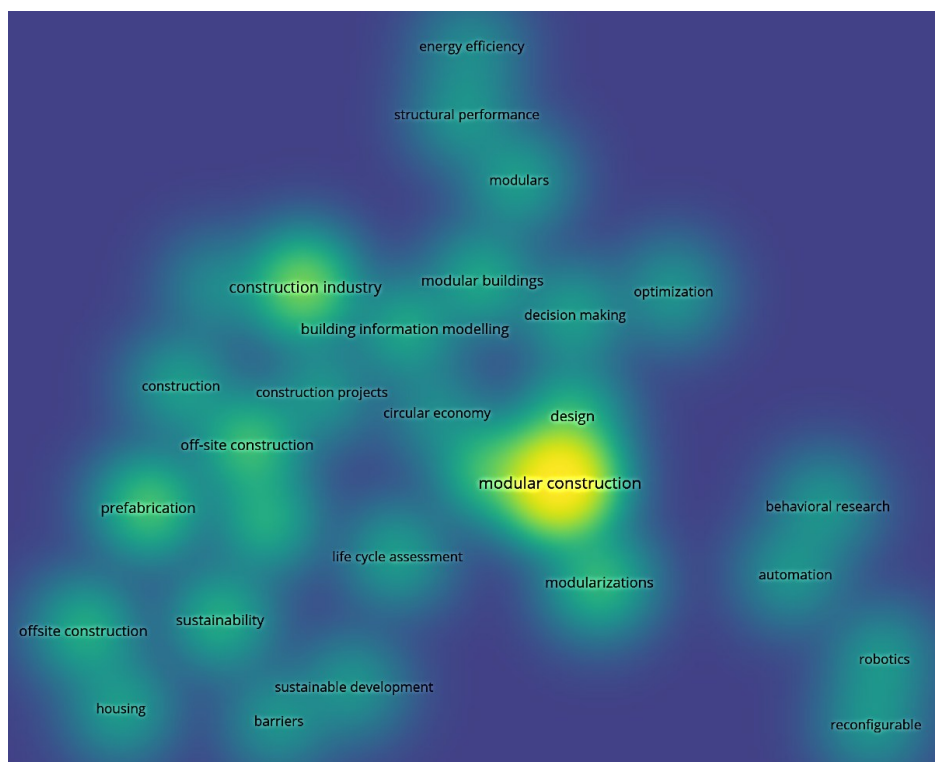
Fonte: Autora, 2026.

Figura 12 - Nuvem de palavras-chave conforme ano de publicação



Fonte: Autora, 2026.

Figura 13 - Mapa de Calor com os termos utilizados na pesquisa



Fonte: Autora, 2026.

Em síntese, esses resultados destacam, principalmente, a importância de investimentos e incentivos governamentais, bem como do desenvolvimento de mão de obra qualificada e de estudos mais aprofundados na área, para superar os desafios e promover a implementação bem-sucedida da construção volumétrica *offsite* na construção civil.

3.3.4 Identificação e agrupamento dos desafios

Por meio de um protocolo previamente definido, a RBS possibilitou a sistematização dos principais desafios relacionados à adoção da Construção Volumétrica *Offsite* na Construção Civil.

Os desafios para a implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil, identificados na literatura, foram categorizados em cinco grupos: **desafios financeiros, técnicos, logísticos, culturais, de mercado e governamentais e regulatórios**. Os desafios financeiros dizem respeito aos aspectos financeiros e de incentivo. Os desafios técnicos referem-se a obstáculos que surgem durante a elaboração do projeto, a execução e a manutenção. Os desafios de padronização e normatização decorrem da ausência de instrumentos normativos específicos para a construção volumétrica *offsite*, o que dificulta a

consolidação de procedimentos técnicos uniformes e compromete a segurança jurídica e operacional do setor.

Por sua vez, a falta de conhecimento ou a incompreensão acerca da industrialização na construção civil, que pode levar à resistência ou recusa de sua adoção, é categorizada como barreira de conhecimento.

No Quadro 13, apresenta-se o agrupamento, por categorias, dos desafios identificados na literatura técnica e das questões formuladas no questionário.

Quadro 13 - Agrupamento por categorias dos desafios apresentados na literatura

Continua

CATEGORIA	CÓDIGO	DESAFIOS	DESCRIÇÃO	AUTORES
Financeiros	a	Custo Elevado	Custo inicial de implementação da construção volumétrica <i>offsite</i> é significativamente alto	Tapia <i>et al.</i> (2023). Agapiou (2021; 2022); Bendi <i>et al.</i> (2021); Marinelli <i>et al.</i> (2022); Sun <i>et al.</i> (2020); Zhang <i>et al.</i> (2022); Pervez <i>et al.</i> (2022); Li (2023); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Wang <i>et al.</i> (2023); Attouri <i>et al.</i> (2022); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024)
	b	Falta incentivos/subsídios governamentais	Não há incentivos ou subsídios governamentais específicos para apoiar a adoção de métodos de construção volumétrica <i>offsite</i> , o que dificulta a competitividade e viabilidade econômica desse tipo de construção	Marinelli <i>et al.</i> (2022). Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Jung, Lee e Yu (2021); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Wang <i>et al.</i> (2023)
	c	Baixo retorno sobre o investimento	A construção volumétrica <i>offsite</i> apresenta um retorno sobre o investimento (ROI) considerado baixo ou demorado, o que pode desestimular investidores e empresas a adotarem essa abordagem	Ribeiro, Arantes e Cruz (2022); Sun <i>et al.</i> (2020); Wang <i>et al.</i> (2023)
	d	Falta de programas de fomento e financiamento para inovação e desenvolvimento tecnológico	A ausência de programas públicos ou privados que incentivem a inovação e ofereçam financiamento específico para o desenvolvimento tecnológico na construção volumétrica <i>offsite</i> limita o crescimento e a modernização do setor	Jung, Lee e Yu (2021); Pervez <i>et al.</i> (2022); Obi <i>et al.</i> (2023); Li (2023); Serugga <i>et al.</i> (2023); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Wang <i>et al.</i> (2023); Cardoso e Freschi (2022); Oliveira (2022)
Técnicos	e	Conexões e montagens inadequadas	Conexões entre módulos e a montagem no local podem ser insuficientes ou mal projetadas, comprometendo a segurança e a funcionalidade do sistema	Rajanayagam <i>et al.</i> (2021); Sun <i>et al.</i> (2020); Zhang <i>et al.</i> (2022); Serugga <i>et al.</i> (2023)
	f	Dificuldade para redimensionar módulos	Uma vez que os módulos são pré-fabricados com medidas específicas, é difícil realizar alterações ou ajustes de tamanho no local de construção,	Chen (2023); Marinelli <i>et al.</i> (2022); Ribeiro, Arantes e Cruz (2022); Pervez <i>et al.</i> (2022); Bendi, Arif e Kaushik (2020)

CATEGORIA	CÓDIGO	DESAFIOS	DESCRIÇÃO	AUTORES
		no canteiro de obras	limitando a flexibilidade para atender necessidades específicas de projeto	
	g	A falta de códigos e programas contínuos e padronizados nos setores-chave	A construção volumétrica <i>offsite</i> ainda não possui regulamentações, normas técnicas e padronizações específicas e amplamente aceitas, o que gera incertezas e dificuldades na adoção e fiscalização dessa metodologia	Agapiou (2021; 2022); Bendi <i>et al.</i> (2021); Sun <i>et al.</i> (2020); Zhang <i>et al.</i> (2022); Pervez <i>et al.</i> (2022); Li (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Oliveira (2022); Cardoso e Freschi (2022)
Técnicos	h	Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado	Existe uma carência de profissionais com treinamento e experiência na construção volumétrica <i>offsite</i> , o que limita a qualidade, eficiência e confiabilidade dos projetos que utilizam essa tecnologia	Agapiou (2021; 2022); Bendi <i>et al.</i> (2021); Marinelli <i>et al.</i> (2022); Ribeiro, Arantes e Cruz (2022); Sun <i>et al.</i> (2020); Zhang <i>et al.</i> (2022); Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Jung, Lee e Yu (2021); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Wang <i>et al.</i> (2023); Attouri <i>et al.</i> (2022); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024)
	i	Interfaces de sistema complexas dentro dos módulos	Os sistemas internos dos módulos, como elétrico, hidráulico e ventilação, são muitas vezes complexos e integrados, dificultando tanto a instalação quanto a manutenção desses componentes após a montagem	Marinelli <i>et al.</i> (2022); Bendi <i>et al.</i> (2021); Bendi, Arif e Kaushik (2020)
	j	Dificuldade em definir os tipos de projetos mais adequados	Ainda existe incerteza sobre quais tipos de construções, como residenciais, comerciais, ou industriais, se beneficiam mais da construção volumétrica <i>offsite</i> , dificultando a decisão de usá-la de maneira estratégica e vantajosa	Ribeiro, Arantes e Cruz (2022); Pervez <i>et al.</i> (2022); Serugga <i>et al.</i> (2023); Ferreira (2024)
	k	Design, produção, construção e decoração estão desconectados	As fases de projeto, fabricação, construção e acabamento frequentemente não estão alinhadas entre si, o que pode resultar em incompatibilidades, ajustes inesperados e desperdício de tempo e recursos	Sun <i>et al.</i> (2020); Zhang <i>et al.</i> (2022); Pervez <i>et al.</i> (2022); Li (2023); Serugga <i>et al.</i> (2023); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024)
	l	Capacidade insuficiente para investigação básica e inovação	A construção volumétrica <i>offsite</i> ainda carece de apoio financeiro e estrutural para pesquisa e desenvolvimento, limitando o avanço de novas tecnologias e processos inovadores na área	Zhang <i>et al.</i> (2022); Jung, Lee e Yu (2021); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Wang <i>et al.</i> (2023); Bendi, Arif e Kaushik (2020)
	m	Má gestão entre várias interfaces	A coordenação entre diferentes etapas e equipes do projeto, fabricação, logística e montagem, é frequentemente ineficiente, resultando em falhas de comunicação, atrasos e retrabalho	Pervez <i>et al.</i> (2022); Jung, Lee e Yu (2021); Li (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Wang <i>et al.</i> (2023); Attouri <i>et al.</i> (2022)
Logísticos	n	Transporte de módulos de grande	Dificuldades devido ao tamanho e peso das peças, exigindo rotas específicas, licenças especiais e	Chen (2023); Agapiou (2021; 2022); Bendi <i>et al.</i> (2021); Marinelli <i>et al.</i> (2022); Sun <i>et al.</i>

CATEGORIA	CÓDIGO	DESAFIOS	DESCRIÇÃO	AUTORES
		porte é um desafio (guindastes)	cuidados adicionais para garantir que cheguem ao destino sem danos	(2020); Zhang <i>et al.</i> (2022); Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Jung, Lee e Yu (2021); Serugga <i>et al.</i> (2023); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Attouri <i>et al.</i> (2022); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024)
	o	Proteção durante o transporte	Os módulos precisam de proteção adequada contra danos climáticos e físicos durante o transporte	Zhang <i>et al.</i> (2022); Pervez <i>et al.</i> (2022); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024)
	p	Vida útil da edificação	A construção volumétrica <i>offsite</i> pode ser percebida como menos adequada para edificações que precisam ter uma vida útil prolongada, devido a preocupações relacionadas à durabilidade e à resistência estrutural ao longo do tempo, em comparação com os métodos construtivos tradicionais	Chen (2023); Agapiou (2022)
Logísticos	q	Prazos de entrega	A entrega dos módulos dentro do prazo estipulado pode ser desafiadora, pois depende de uma coordenação precisa entre fornecedores, transportadores e equipes de montagem no canteiro de obras	Bendi <i>et al.</i> (2021); Ribeiro, Arantes e Cruz (2022); Pervez <i>et al.</i> (2022); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024)
	r	Instalações e opções de cadeia de suprimentos limitadas	A construção volumétrica <i>offsite</i> depende de fornecedores e instalações especializadas que nem sempre estão amplamente disponíveis, o que pode aumentar os custos e causar atrasos na entrega dos módulos	Agapiou (2021; 2022); Marinelli <i>et al.</i> (2022); Sun <i>et al.</i> (2020); Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Jung, Lee e Yu (2021); Serugga <i>et al.</i> (2023); Wang <i>et al.</i> (2023); Attouri <i>et al.</i> (2022); Ferreira (2024)
	s	limitações de infraestrutura e espaço	O canteiro de obras pode ter infraestrutura ou espaço insuficiente para receber e manusear módulos de grande porte, dificultando a movimentação e armazenamento seguro dos módulos e seus acessórios	Marinelli <i>et al.</i> (2022); Bendi <i>et al.</i> (2021); Agapiou (2022); Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Ferreira (2024)
Culturais e de Mercado	t	Resistência cultural	Há uma resistência cultural no setor de construção e entre os clientes em aceitar a construção volumétrica <i>offsite</i> como uma alternativa viável aos métodos tradicionais, devido a preconceitos ou falta de familiaridade com essa abordagem	Agapiou (2021; 2022); Bendi <i>et al.</i> (2021); Marinelli <i>et al.</i> (2022); Ribeiro, Arantes e Cruz (2022); Sun <i>et al.</i> (2020); Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Attouri <i>et al.</i> (2022); Bendi, Arif e Kaushik (2020); Ferreira (2024)
	u	Baixa demanda de mercado	O mercado para construção volumétrica <i>offsite</i> ainda é limitado, com baixa demanda por parte de clientes individualizados, empresas ou governos, o que dificulta o crescimento e investimento nessa modalidade de construção	Agapiou (2021; 2022); Marinelli <i>et al.</i> (2022); Ribeiro, Arantes e Cruz (2022); Zhang <i>et al.</i> (2022); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Wang <i>et al.</i> (2023); Ferreira (2024)
	v	Problemas de	A construção volumétrica <i>offsite</i> enfrenta dificuldades na colaboração	Marinelli <i>et al.</i> (2022); Agapiou (2022); Ribeiro, Arantes e Cruz

CATEGORIA	CÓDIGO	DESAFIOS	DESCRIÇÃO	AUTORES
		colaboração entre as partes interessadas, falta de contratos de colaboração	entre arquitetos, engenheiros, construtoras e fornecedores, agravadas pela falta de contratos específicos de colaboração que formalizem e incentivem essa cooperação	(2022); Sun <i>et al.</i> (2020); Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Serugga <i>et al.</i> (2023); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024)
Governamentais e Regulatórios	w	Nenhuma orientação técnica/padrões/melhores práticas fornecidas pelo governo	O governo não fornece orientações técnicas, padrões ou melhores práticas específicas para a construção volumétrica <i>offsite</i> , o que cria incertezas e falta de diretrizes claras para o setor	Marinelli <i>et al.</i> (2022); Sun <i>et al.</i> (2020)
	x	Insegurança jurídica, burocracia e lentidão com direito imobiliário, normalização e repetibilidade	Construção volumétrica <i>offsite</i> enfrenta insegurança jurídica devido à burocracia e à lentidão na aprovação de normas relacionadas ao direito imobiliário, à padronização de processos e à repetibilidade de projetos	Obi <i>et al.</i> (2023); Pervez <i>et al.</i> (2022); Kosbar <i>et al.</i> (2023); Gan, Chang e Wen (2018); Wang <i>et al.</i> (2023); Thurairajah, Rathnasinghe e Shashwat (2023); Ferreira (2024); Oliveira (2022)
	y	Reformas estruturais lentas, tanto administrativas quanto políticas	As mudanças necessárias em estruturas administrativas e políticas, que poderiam facilitar e incentivar a construção volumétrica <i>offsite</i> , são implementadas de forma lenta, dificultando avanços no setor	Oliveira (2022)
	z	Reforma tributária e isonomia tributária	A ausência de uma reforma tributária que permita isonomia nas tributações, coloca a construção volumétrica <i>offsite</i> em desvantagem em relação a outros métodos construtivos, aumentando os custos e reduzindo sua competitividade	

Fonte: Autora, 2026.

Obs.: nota-se um equívoco na etapa de elaboração do questionário relacionado à categoria “logísticos”. Durante a sistematização dos desafios encontrados na literatura, o desafio “p” inicialmente utilizado nesta categoria era “prazos de entrega” e apresentava coerência conceitual com a categoria de **Desafios Logísticos**. No entanto, na etapa de construção do questionário, houve uma troca indevida desse desafio, resultando na classificação incorreta do item “p” como “vida útil da edificação” como desafio logístico, o que, por sua vez, é incoerente com a categoria. Tal inconsistência foi identificada e considerada na análise e na interpretação dos resultados.

As categorias apresentadas no quadro anterior, assim como os respectivos desafios citados pelos autores, serviram de base para a estruturação do questionário *Survey* a seguir.

3.4 ELABORAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA

3.4.1 Estrutura do questionário *Survey*

Os dados referentes aos desafios, coletados na etapa de RBS, foram organizados em uma planilha do Excel, na qual foram definidos os desafios, suas respectivas categorias, o código de cada um e suas respectivas referências.

O questionário foi elaborado com perguntas em linguagem clara e acessível, evitando o uso de termos técnicos associados à ICC. Ademais, todas as perguntas foram formuladas de forma positiva e objetiva, eliminando escalas de avaliação reversas, a fim de que os participantes possam respondê-las sem se preocupar com a estrutura das perguntas.

O questionário *Survey* foi estruturado em cinco seções, conforme apresentado no Quadro 14, a seguir, elaborado na plataforma de *pesquisa online Google Forms*.

Quadro 14 – Estrutura do questionário

Seção		Descrição
1) Breve introdução ao tema		Contextualização da pesquisa
2) Caracterização do perfil do profissional		Grau de formação acadêmica; área do setor de construção civil que atua; tempo de atuação no setor, nível de experiência com métodos construtivos <i>offsite</i> ; nível de conhecimento sobre construção volumétrica <i>offsite</i>
3) Caracterização da entidade/empresa que atua		Região do Brasil que o profissional/empresa atua; porte da empresa; grau de envolvimento da empresa com empreendimentos que utilizam construção industrializada
4) Categorias de desafios (INTRACATEGORIA)	Financeiros	Subseção composta por 4 questões identificadas de “a” a “d”.
	Técnicos	Subseção composta por 9 questões identificadas de “e” a “m”.
	Logísticos	Subseção composta por 6 questões identificadas de “n” a “s”.
	Culturais e de mercado	Subseção composta por 3 questões identificadas de “t” a “v”.
	Governamentais e Regulatórios	Subseção composta por 4 questões identificadas de “w” a “z”.
5) Desafios gerais (ENTRE CATEGORIAS)		Composta por 5 questões. Classificação das categorias apresentadas na seção anterior quanto à sua relevância para a implementação da construção volumétrica <i>offsite</i> no Brasil.

Fonte: Autora, 2026.

No que diz respeito à seção 4, os desafios de cada categoria basearam-se nos identificados na revisão bibliográfica e foram apresentados no Quadro 8 deste capítulo, conforme já ressaltado. Ao final de cada categoria desta seção, há um campo destinado aos respondentes para elencar alternativas consideradas viáveis para superar os desafios listados.

Na seção 5, os respondentes deverão classificar, em grau de importância, as cinco categorias da seção 4.

Em ambas as seções, as opiniões dos participantes foram obtidas por meio da atribuição de níveis de significância a cada questão (desafio) apresentada. Foi exigido que cada questão fosse respondida com apenas uma opção. Para avaliar a importância das questões, utilizou-se uma escala *Likert* de 5 pontos (Quadro 15).

Quadro 15 - Escala Likert utilizada nesta pesquisa

Escala <i>Likert</i> (Qualitativa)	Escala <i>Likert</i> (Quantitativa)
Discordo Totalmente (DT)	1
Discordo (D)	2
Neutro (N)	3
Concordo C)	4
Concordo Totalmente (CT)	5

Fonte: Autora, 2026.

Por meio da escala *Likert*, utilizada para medir o grau de relevância de cada desafio listado, será convertida de uma escala qualitativa para uma quantitativa, o que permitirá a análise estatística dos resultados.

A versão final do questionário *Survey*, após a realização do teste piloto, pode ser consultada no Apêndice A deste trabalho.

3.4.2 Teste Piloto

A realização do teste piloto da pesquisa seguiu uma abordagem estruturada e cuidadosamente planejada, conforme descrita a seguir e resumida no Quadro 16.

Quadro 16 - Etapas do teste piloto

ETAPAS	DESCRIÇÃO
Seleção dos participantes	Identificação de colegas e professores para participar do teste piloto
Realização do teste piloto	Envio do questionário aos participantes e coleta das respostas, por meio de reunião em grupo
Análise dos resultados	Análise das respostas para identificar padrões e percepções pertinentes
Refinamento do Questionário <i>Survey</i>	Ajustes no questionário após <i>feedback</i> dos respondentes

Fonte: Autora, 2026.

Para sua aplicação, foram selecionados colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSCar.

A etapa subsequente consistiu na realização do teste piloto. Os participantes selecionados receberam o questionário e foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e a importância de suas contribuições. Foi estabelecido um prazo para o retorno das respostas e realizada uma reunião para garantir a comunicação eficaz e o acompanhamento adequado do processo de coleta de dados.

Após a conclusão do teste piloto, foram avaliadas a clareza e a adequação das perguntas do questionário, a fim de identificar possíveis lacunas ou temas adicionais a serem explorados na pesquisa principal.

Com base nos resultados do teste piloto, foram realizados ajustes no questionário e na abordagem metodológica, conforme necessário. Essas adaptações visam garantir a eficácia e a relevância da pesquisa principal, bem como aprimorar a qualidade dos dados coletados.

3.4.3 Comitê de Ética em Pesquisa

Uma vez finalizado e testado o instrumento de pesquisa e considerando a participação de seres humanos na etapa de coleta de dados, o projeto de pesquisa foi submetido previamente à avaliação ética pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar), em atendimento às normas estabelecidas pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP/MS). A aprovação foi obtida em maio de 2025, sob o número de CAAE 85961225.2.0000.5504 (Apêndice B).

3.5 PESQUISA *SURVEY*

Nessa etapa da pesquisa, os desafios identificados por meio da RBS foram avaliados quanto à sua importância pelos profissionais do setor de Construção Civil no Brasil.

3.5.1 Operacionalização da Pesquisa *Survey*

Com o intuito de otimizar o processo de coleta de informações, o questionário foi disponibilizado na plataforma de pesquisa *online Google Forms* e encaminhado por e-mail e/ou pelo LinkedIn. Essa abordagem visa tornar a participação dos entrevistados mais prática e acessível, permitindo que eles acessem e preencham o formulário com facilidade pela internet. Isso contribuiu para uma coleta de dados eficaz e conveniente, promovendo maior adesão dos participantes à pesquisa.

3.5.2 Seleção dos profissionais respondentes

Para atingir os objetivos, foram selecionados profissionais da construção civil, incluindo engenheiros, arquitetos, professores e gestores de projetos. As perguntas do questionário

incluíram dados demográficos, como a localização, e questões específicas sobre a percepção e a experiência com a construção volumétrica *offsite*.

No que se refere ao conceito de profissionais, não há uma definição uniforme. Para este estudo, o termo refere-se a indivíduos altamente versados em um determinado assunto, seja por meio de formação acadêmica ou de especialização, ou de experiência prática na área. A participação de profissionais de diversas formações e áreas de atuação pode ser recomendada, dependendo do tema e dos objetivos da pesquisa (CARDOSO *et al.*, 2008).

O procedimento utilizado para a pesquisa, identificação e verificação das empresas e profissionais da ICC convidados como participantes respondentes foi realizado por meio das ferramentas Portal de Currículos Lattes e *Linkedin*. O Portal de Currículos Lattes é disponibilizado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação brasileiro, no formato Plataforma Lattes. Já o *Linkedin*, pertencente à Microsoft, é considerado a maior rede social profissional do mundo, com mais de 760 milhões de usuários em 200 países. A plataforma está disponível em 24 idiomas e é utilizada pelos profissionais como um cartão de visitas virtual, no qual apresentam suas carreiras e experiências profissionais. O Brasil ocupa o terceiro lugar em número de usuários cadastrados na plataforma, atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia. De acordo com dados da empresa, aproximadamente 50 milhões de brasileiros utilizam o *Linkedin*.

Para identificar os profissionais na Plataforma Lattes, utilizou-se a opção de "busca avançada", com os termos relacionados à Construção Civil, na caixa "todas essas palavras". A pesquisa foi restrita à base de dados de doutores de nacionalidade brasileira. Foram aplicados os filtros de "atuação profissional - engenharias" e de idioma "português".

Para realizar a busca no *LinkedIn*, foram utilizados filtros e critérios, como palavras-chave, empresa, cargo, localização, receita e outros parâmetros relevantes. Uma vantagem dessa plataforma para esta pesquisa é a capacidade de enviar mensagens diretas a profissionais que já estão em sua rede de contatos, por meio de mensagens de texto curtas. No Quadro 10, são apresentados os termos utilizados nas pesquisas das entidades pertinentes.

Além disso, para garantir que o questionário seja aplicado a profissionais diretamente envolvidos na industrialização da construção civil, adotou-se uma estratégia de prospecção de empresas com atuação relevante nesse segmento. O primeiro passo consistiu na identificação de organizações e profissionais do setor que já utilizam ou demonstram interesse em métodos construtivos industrializados, incluindo a construção volumétrica *offsite*. Como ponto de partida, utilizou-se a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), que mantém uma relação de empresas associadas organizadas em categorias. A partir

da aba "categorias associativas" do site da ABCIC, foram identificadas as empresas envolvidas para verificar sua pertinência em relação ao foco da pesquisa.

Após esse rastreamento inicial, foi realizado um levantamento mais aprofundado, com acesso aos sites institucionais das empresas identificadas, para obter informações detalhadas sobre seus perfis de atuação, projetos desenvolvidos e o grau de industrialização de seus processos construtivos. Paralelamente, foram utilizadas estratégias complementares de busca, como a análise de redes profissionais (ex.: *LinkedIn*), a consulta a publicações setoriais e a eventos técnicos, e a busca por referências acadêmicas e empresariais que citassem empresas atuantes nesse nicho. A seleção final foi feita com base na relevância e na experiência das empresas no uso de métodos *offsite*, garantindo que o questionário fosse direcionado a profissionais treinados e com conhecimento técnico suficiente para contribuir com a pesquisa. No Quadro 17, são apresentados os termos de pesquisa das entidades pertinentes.

Quadro 17 - Termos para as pesquisas das entidades pertinentes

PLATAFORMAS	TERMOS
<i>LinkedIn</i> e Lattes	"Civil Construction", "Automated Construction", "Industrialization in Construction", "Offsite Construction"
<i>LinkedIn</i> e Lattes	"Volumetrics Offsite", "Prefabricated", "Modular", "Panels", "3D Construction"
<i>LinkedIn</i> e Lattes	"Construção Civil"; "Industrialização na Construção"; "Construção Industrializada", "Construção Automatizada", "Construção Volumétrica Offsite"
Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC)	"categorias associativas"; "Nome da Empresa"; "Site"

Fonte: Autora, 2026.

As informações coletadas sobre as entidades encontradas foram compiladas em planilhas no Excel. As informações tabuladas na planilha são: o nome da entidade, sua localização geográfica, a atividade exercida, os sites corporativos e o contato principal.

Para determinar o número adequado de profissionais respondentes em uma pesquisa *Survey*, é essencial considerar fatores como o tamanho da população-alvo, o nível de confiança desejado e a margem de erro aceitável. Segundo alguns estudos, um número comum de participantes em pesquisas com profissionais é de 20 a 50. No entanto, este número pode ser ajustado conforme as especificidades do estudo e a disponibilidade dos profissionais.

Com base na literatura e considerando a complexidade e a especificidade da implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira, a presente pesquisa objetivou alcançar entre 30 e 50 profissionais respondentes. Este número é

considerado adequado para garantir a diversidade de opiniões e a robustez das conclusões, respeitando as limitações práticas de acesso aos profissionais.

3.5.3 Aplicação do Questionário *Survey*

Após a finalização do teste piloto e a validação do questionário, este foi encaminhado às entidades selecionadas, incluindo profissionais da indústria da construção civil de todas as regiões do Brasil. O questionário *Survey* foi aplicado por meio do *Google Forms* e enviado por e-mail com cópia oculta, pelo chat do LinkedIn e pelo *WhatsApp*. No total, 46 profissionais contatados responderam ao questionário.

Todos os respondentes consentiram formalmente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e deram continuidade à aplicação do questionário *Survey*, concluindo-a.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Ao final da aplicação do questionário, os dados coletados a partir das respostas dos participantes foram submetidos à análise estatística. Essa análise envolveu a tabulação dos dados e a aplicação de técnicas estatísticas. O objetivo é identificar padrões, relações, tendências e possíveis associações entre as variáveis estudadas. Os dados coletados resultaram em gráficos e tabelas segmentados, com o objetivo de quantificar as diferentes opções identificadas para cada pergunta do questionário elaborado.

Com essa análise estatística dos dados coletados por meio do questionário *Survey*, buscou-se embasar a interpretação dos resultados e a conclusão do estudo. Ao final da fase de análise, realizou-se uma síntese dos principais achados e os resultados foram apresentados de forma clara e sucinta.

3.6.1 Confiabilidade interna do instrumento de pesquisa

A elaboração de instrumentos de pesquisa confiáveis e válidos é uma preocupação central em estudos científicos que utilizam questionários e escalas de mensuração. A confiabilidade e a validade constituem atributos fundamentais desses instrumentos, sendo a validade relacionada à capacidade do instrumento de medir efetivamente o construto ao qual se propõe, enquanto a confiabilidade refere-se à consistência dos resultados obtidos quando o instrumento é aplicado em condições semelhantes.

Tavakol e Dennick (2011) ressaltam que a confiabilidade é condição necessária para a validade, uma vez que um instrumento não pode ser considerado válido se não apresentar resultados consistentes. No entanto, um instrumento pode ser confiável sem ser

necessariamente válido, caso não mensure adequadamente o construto pretendido. Dessa forma, a avaliação da confiabilidade constitui uma etapa essencial no processo de validação metodológica de instrumentos de pesquisa.

Nesse contexto, o coeficiente *alfa de Cronbach* destaca-se como uma das medidas mais amplamente utilizadas para avaliar a confiabilidade interna de instrumentos compostos por múltiplos itens. Seu uso é recorrente em pesquisas por demandar apenas uma aplicação do questionário, o que o torna mais simples operacionalmente em comparação com outros métodos, como o teste–reteste. O *alfa de Cronbach* permite avaliar o grau de consistência entre os itens de uma escala, indicando se eles mensuram de forma coerente o mesmo construto subjacente (TAVAKOL; DENNICK, 2011).

Apesar de sua ampla utilização, os autores enfatizam a importância de uma interpretação criteriosa do *alfa de Cronbach*, considerando suas premissas e limitações, a fim de garantir uma avaliação adequada da confiabilidade do instrumento. Assim, a aplicação desse coeficiente neste estudo justifica-se como estratégia metodológica consolidada para avaliar a consistência interna do questionário utilizado na investigação dos desafios à adoção da construção volumétrica *offsite*.

O coeficiente expressa o grau de inter-relação entre os itens que compõem uma escala, indicando se estes medem de forma consistente o mesmo fenômeno. Embora a confiabilidade esteja relacionada à validade, trata-se de conceitos distintos, uma vez que um instrumento pode apresentar consistência interna adequada sem necessariamente medir com precisão o construto pretendido (CORTINA, 1993).

Destaca-se que o valor do *alfa de Cronbach* é influenciado pelo número de itens da escala e pelo nível de correlação entre eles. Conforme apontado por Green, Lissitz e Mulaik (1977), valores elevados podem decorrer do aumento do número de itens, enquanto valores reduzidos podem indicar baixa inter-relação ou heterogeneidade conceitual entre as questões. Além disso, instrumentos multidimensionais podem apresentar coeficientes inflados ou subestimados, o que reforça a necessidade de cautela na interpretação do *alfa de Cronbach* (GREEN; THOMPSON, 2005).

Dessa forma, recomenda-se o cálculo do coeficiente (Equação 1) para cada conjunto de itens associado à mesma categoria analítica, em vez de um único valor global para todo o instrumento.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \right) \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

k = número de perguntas;

σ_i^2 = variância de cada pergunta;

σ_t^2 = variância total (soma das respostas de cada pessoa).

Adotaram-se como referência valores de *alfa de Cronbach* iguais ou superiores a 0,70, amplamente reconhecidos na literatura como indicativos de confiabilidade satisfatória em pesquisas aplicadas, especialmente nas áreas de ciências sociais, engenharia e estudos organizacionais (NUNNALLY; BERNSTEIN, 1994; TAVAKOL; DENNICK, 2011). No Quadro 18 são apresentados os níveis de confiabilidade em função das faixas do coeficiente *alfa de Cronbach*.

Quadro 18 - Coeficientes alfa de Cronbach e níveis de confiabilidade

Coeficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Límitrofe
$< 0,70$	Baixa

Fonte: Autora, 2026.

Valores nesse intervalo indicam que os itens de uma escala apresentam consistência interna adequada, ou seja, estão suficientemente correlacionados para mensurar o mesmo construto de forma estável.

3.6.2 Importância relativa dos desafios

Para a análise da importância relativa dos desafios investigados, utilizou-se o Índice de Importância Relativa (IIR), amplamente empregado em estudos das áreas de gestão e de construção civil para ranqueamento de variáveis em escalas do tipo *Likert*. O IIR foi calculado como a razão entre a média das respostas atribuídas a cada desafio e o valor máximo da escala adotada, conforme a Equação 2.

$$IIR = \frac{Média}{A} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

Média = média das respostas atribuídas a cada desafio

A = pontuação máxima da escala (5 nesta pesquisa)

O índice varia de 0 a 1, permitindo a comparação padronizada entre itens e o estabelecimento de um ranqueamento hierárquico. Para fins interpretativos, adotou-se a faixa de 0,80 a 1,00 para designar os desafios considerados de extrema importância a serem superados.

Assim, após a aplicação do questionário, foi elaborado um *ranking* dos desafios que dificultam a adoção da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira, com base na ordenação decrescente dos valores do IIR. Posteriormente, os resultados foram sintetizados, destacando-se os principais desafios à adoção em larga escala dessa tecnologia no setor.

3.6.3 Ações para superação dos desafios

Para cada categoria de desafios, foram relacionadas as principais ações para sua superação à luz das respostas dos participantes da pesquisa. Portanto, trata-se de uma descrição destas ações associadas a cada desafio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa com base nas respostas de 46 profissionais ao questionário *Likert*. Além da análise da consistência interna dos resultados, são apresentadas a caracterização da amostra, a percepção destes profissionais sobre os desafios elencados no questionário, a hierarquização desses desafios e as principais ações indicadas pelos respondentes para superá-los.

4.1 CONFIABILIDADE INTERNA DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

De modo geral, coeficientes *alfa de Cronbach* entre 0,70 e 0,90 são considerados desejáveis, pois refletem um equilíbrio entre a consistência interna e a diversidade dos itens. Valores inferiores a 0,70 podem indicar baixa inter-relação entre as variáveis ou inadequação de alguns itens, enquanto valores excessivamente elevados (superiores a 0,95) podem sugerir redundância, isto é, a presença de questões muito semelhantes que medem o mesmo aspecto (CORTINA, 1993; TAVAKOL; DENNICK, 2011).

Considerando que o instrumento desta pesquisa foi estruturado em diferentes categorias de desafios (financeiros, técnicos, logísticos, culturais, de mercado, governamentais e regulatórios), o coeficiente *alfa de Cronbach* foi calculado tanto para o questionário como um todo quanto para cada categoria, conforme recomendado na literatura para instrumentos multidimensionais. Essa abordagem permite avaliar com mais precisão a consistência interna de cada conjunto de itens, evitando interpretações equivocadas decorrentes do cálculo de um único coeficiente global para construtos distintos. Os cálculos deste coeficiente, considerando todas as situações, encontram-se no Apêndice C.

A análise individual de cada categoria de desafios do coeficiente *alfa de Cronbach* evidenciou níveis distintos de confiabilidade interna entre elas. As categorias “Desafios Técnicos” ($\alpha = 0,74$) e “Desafios Culturais e de Mercado” ($\alpha = 0,77$) apresentaram valores superiores a 0,70, indicando consistência interna aceitável e coerência entre as questões que as compõem. Esses resultados sugerem que os respondentes avaliaram de forma relativamente homogênea os desafios associados a esses domínios, reforçando a adequação dos itens utilizados para representá-los.

Por outro lado, as categorias “Desafios Logísticos” ($\alpha = 0,68$), “Desafios Governamentais e Regulatórios” ($\alpha = 0,64$) e, sobretudo, “Desafios Financeiros” ($\alpha = 0,24$) apresentaram valores inferiores ao patamar de referência. Esses resultados indicam menor consistência interna, sugerindo que as questões dessas categorias podem abranger aspectos mais heterogêneos ou ser percebidas de forma distinta pelos respondentes. Em especial, o baixo valor

observado na categoria “Desafios Financeiros” aponta para a cautela na interpretação isolada desse grupo, o que pode indicar a necessidade de refinamento dos itens em estudos futuros.

Para a categoria “Desafios Logísticos”, após a aplicação do questionário, percebeu-se que o desafio “p” (Vida útil da edificação) não estava diretamente relacionado a esta categoria. A sua supressão resulta em um *alfa de Cronbach* de 0,71, o que o coloca no nível aceitável, conforme realizado.

Para a categoria “Desafios Governamentais e Regulatórios”, identificou-se que o desafio “w” (Ausência de orientação técnica e padrões governamentais) pode ter sido interpretado incorretamente pelos respondentes. A sua supressão aumenta o *alfa de Cronbach* para 0,75, elevando-o ao nível aceitável, o que também foi alcançado.

Diante destas constatações, além da supressão dos itens “p” e “w” das categorias “Desafios Logísticos” e “Desafios Governamentais e Regulatórios”, respectivamente, decidiu-se pela não realização da análise dos resultados da categoria “Desafios Financeiros”.

Além da análise de confiabilidade em cada categoria (intracategoria), procedeu-se à análise conjunta dos desafios (perguntas), ou seja, de todas as categorias envolvidas. Neste caso, o *alfa de Cronbach* calculado foi de 0,84, considerado bom. Ao se suprimir os desafios “p” e “w” desta análise, obteve-se um *alfa de Cronbach* de 0,83; ao se suprimir conjuntamente a categoria “Financeiros”, obteve-se 0,84.

Na Tabela 1, são apresentados, de forma resumida, os valores calculados e os níveis de confiabilidade para cada situação explanada anteriormente; os apresentados com fonte em verde são as situações consideradas para a análise dos resultados desta pesquisa.

Tabela 1 – Valores do coeficiente alfa de Cronbach calculados

Desafios	Questionário original		Supressão das questões “p” e “w”		Supressão da Categoria “Desafios Financeiros”	
	<i>Alfa de Cronbach</i>	Confiabilidade	<i>Alfa de Cronbach</i>	Confiabilidade	<i>Alfa de Cronbach</i>	Confiabilidade
Financeiros	0,24	Baixa	-	-	-	-
Técnicos	0,74	Aceitável	-	-	-	-
Logísticos	0,68	Moderado/limitrofe	0,71	Aceitável	-	-
Culturais e de Mercado	0,77	Aceitável	-	-	-	-
Governamentais e Regulatórios	0,64	Moderado/limitrofe	0,75	Aceitável	-	-
Todas as categorias em conjunto	0,84	Boa	0,83	Boa	0,84	Boa
Entre categorias	0,68	Moderado/limitrofe	-	-	0,68	Moderado/limitrofe

Fonte: Autora, 2026.

De modo geral, os resultados confirmam que o instrumento de coleta de dados apresenta consistência interna suficiente para sustentar as análises subsequentes, como a identificação e a hierarquização dos desafios. Apesar da categoria “Desafios Financeiros” apresentar *alfa de Cronbach* inferior ao recomendado, o desempenho global do instrumento respalda a validade dos dados coletados e a solidez metodológica da pesquisa.

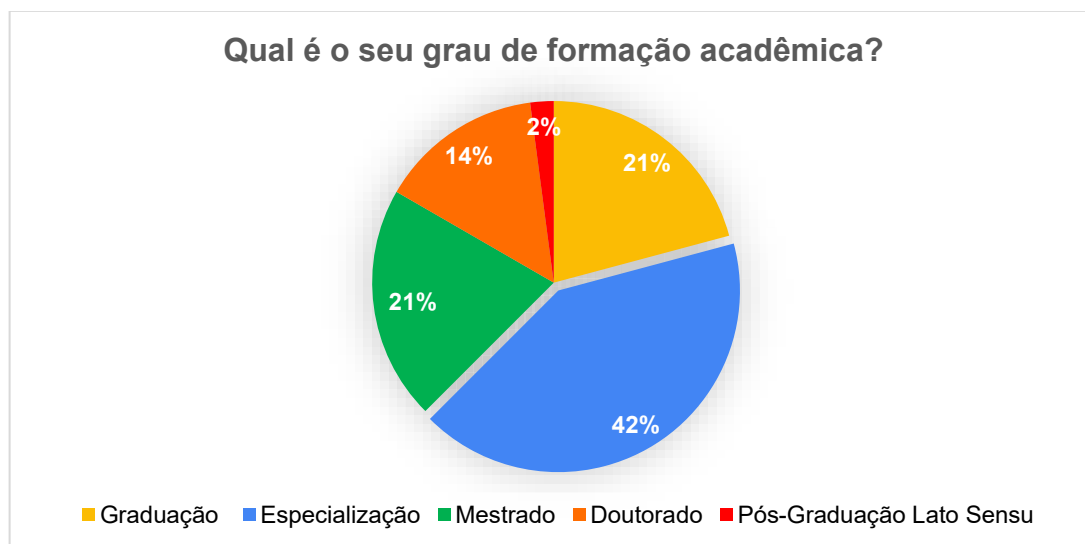
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONDENTES

Na sequência, é apresentada a caracterização dos profissionais que participaram desta pesquisa, no que diz respeito à sua formação acadêmica, atuação e experiência profissional, conhecimento sobre construção industrializada, região de sua atuação, porte da empresa à qual estão vinculados e grau de envolvimento da empresa com este segmento.

4.2.1 Formação acadêmica

O gráfico referente ao grau de formação acadêmica (Figura 14) evidencia que a maior parcela dos respondentes possui especialização (42%), seguida de mestrado (21%) e de graduação (21%). Observa-se ainda a presença de doutores (14%) e uma pequena representatividade de pós-graduação *lato sensu* adicional (2%). Esses dados indicam um perfil predominantemente qualificado do ponto de vista acadêmico.

Figura 14 - Grau de formação dos respondentes

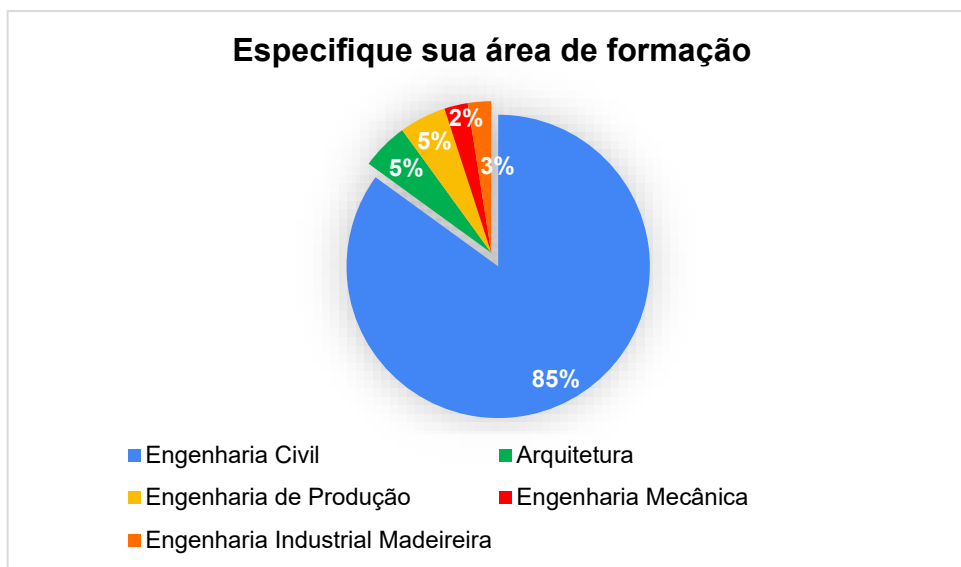


Fonte: Autora, 2026.

A elevada proporção de respondentes com formação de nível de pós-graduação reforça a consistência técnica das respostas obtidas na pesquisa *Survey*, uma vez que se trata de profissionais com maior exposição a discussões teóricas, metodológicas e práticas relacionadas à inovação e à industrialização na construção civil.

Quanto à área de formação (Figura 15), verifica-se o predomínio expressivo de profissionais oriundos da Engenharia Civil (85%), seguido de Arquitetura (5%), Engenharia de Produção (5%), Engenharia Mecânica (2%) e Engenharia Industrial Madeireira (3%). Esse resultado reflete a centralidade da Engenharia Civil na cadeia produtiva da construção.

Figura 15 - Área de formação dos respondentes



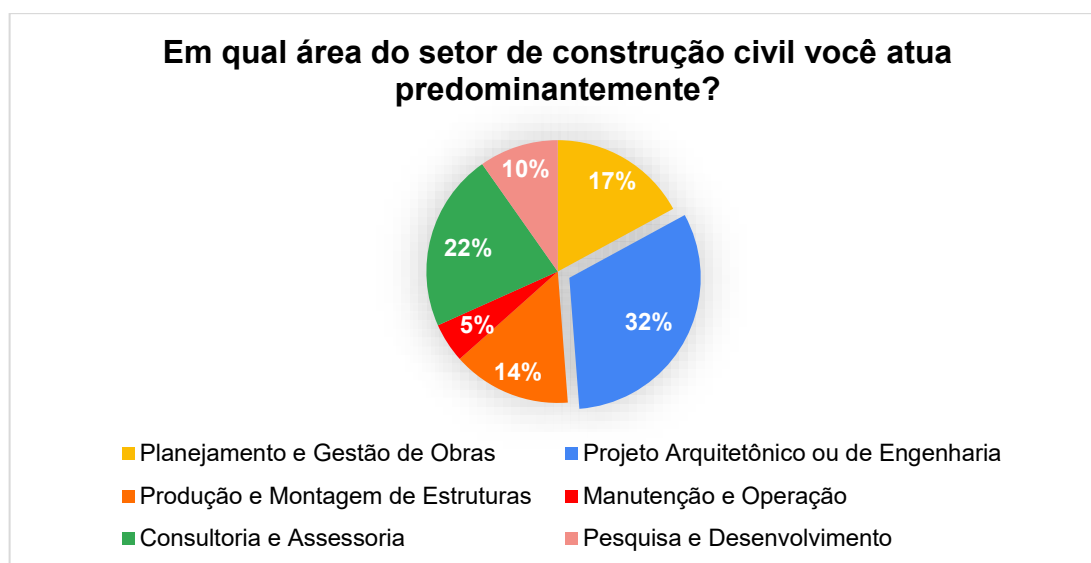
Fonte: Autora, 2026.

A predominância de engenheiros civis é coerente com o objeto de estudo da pesquisa, uma vez que esses profissionais atuam diretamente nas fases de projeto, planejamento, execução e gestão de empreendimentos que podem incorporar a construção volumétrica *offsite*. A presença de outras áreas complementares contribui para uma visão multidisciplinar, ainda que em menor proporção.

4.2.2 Atuação profissional

Os resultados indicam predominância de profissionais vinculados à etapa de concepção e planejamento dos empreendimentos (Figura 16). A maior parcela dos respondentes atua em Projeto Arquitetônico ou de Engenharia (32%), seguida por Consultoria e Assessoria (22%) e por Planejamento e Gestão de Obras (17%). Em conjunto, essas três áreas concentram 71% da amostra, evidenciando um perfil majoritariamente técnico-estratégico, com forte envolvimento nas fases iniciais de decisão, na definição de sistemas construtivos e na coordenação de projetos. As áreas diretamente ligadas à execução apresentam participação menor: Produção e Montagem de Estruturas representam 14% e Manutenção e Operação apenas 5%, enquanto Pesquisa e Desenvolvimento correspondem a 10%.

Figura 16 - Área de atuação dos respondentes



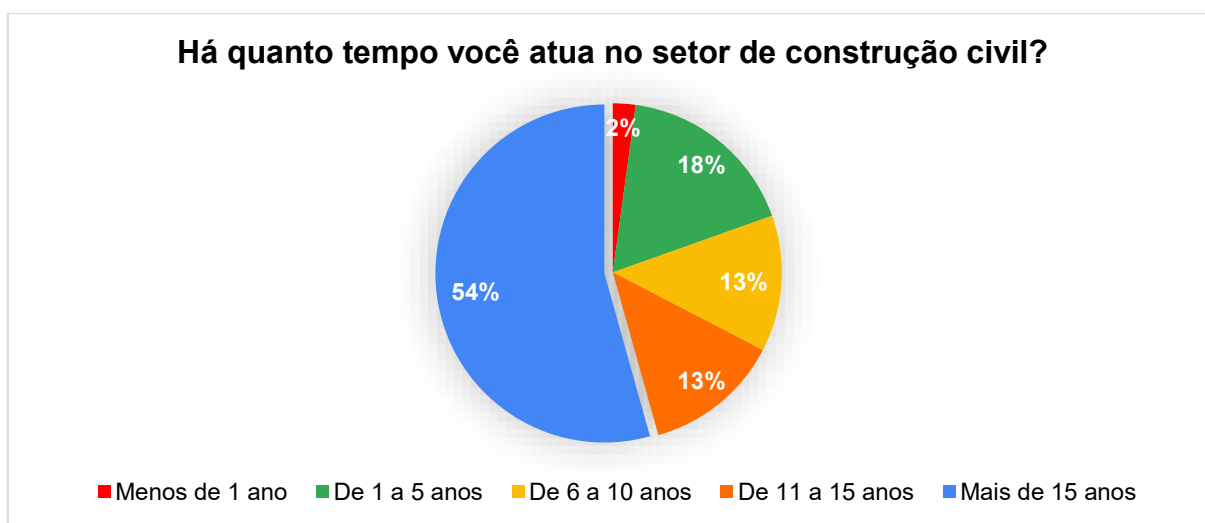
Fonte: Autora, 2026.

Essa distribuição é particularmente relevante para a análise da construção volumétrica *offsite*, uma vez que sua viabilidade técnica e econômica depende fortemente de decisões tomadas ainda nas fases de projeto e de planejamento, como a padronização, a compatibilização multidisciplinar, a logística e a definição precoce de fornecedores industriais. O predomínio de profissionais dessas áreas sugere que as percepções levantadas tendem a refletir desafios relacionados à integração de projetos, mudanças de processos, capacitação técnica e adaptação normativa, bem como oportunidades associadas à racionalização construtiva, à redução de prazos e à maior previsibilidade de custos. Por outro lado, a menor participação de profissionais diretamente ligados à montagem e à operação pode indicar uma sub-representação dos desafios práticos de canteiro e de manutenção ao longo do ciclo de vida das edificações modulares.

4.2.3 Experiência profissional

Quanto à experiência profissional (Figura 17), observa-se forte predominância de respondentes com longa trajetória no setor. Profissionais com mais de 15 anos de atuação correspondem a 54% da amostra, seguidos pelos grupos com 1 a 5 anos (18%), de 6 a 10 anos (13%) e de 11 a 15 anos (13%). Apenas 2% têm menos de um ano de experiência. Esses dados indicam que a maior parte das respostas provém de profissionais seniores, com vivência consolidada em diferentes ciclos econômicos, modelos construtivos e práticas tradicionais da construção civil brasileira.

Figura 17 - Tempo de atuação dos respondentes na área

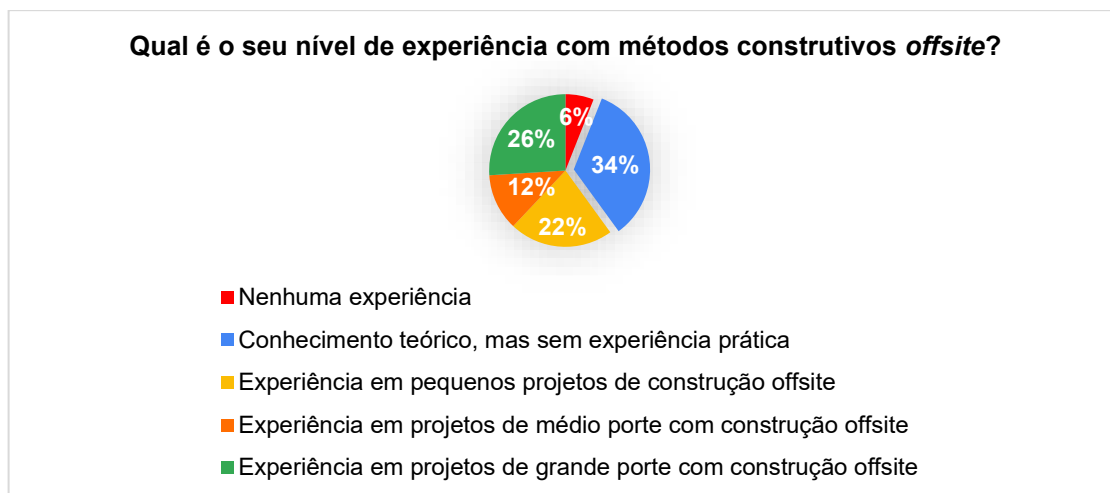


Esse perfil experiente confere maior robustez às avaliações sobre os desafios e oportunidades da construção volumétrica *offsite*, pois tais profissionais tendem a comparar o sistema industrializado com métodos convencionais amplamente utilizados no país, como estruturas moldadas *in loco* e alvenaria tradicional. Ao mesmo tempo, a predominância de profissionais mais antigos pode influenciar a percepção de risco, a resistência cultural e a dificuldade de mudança organizacional, fatores frequentemente apontados como entraves à adoção de sistemas inovadores. A presença complementar de profissionais mais jovens, ainda que minoritária, contribui para incorporar visões potencialmente mais abertas à digitalização, à industrialização e a novos modelos produtivos, enriquecendo a análise sob diferentes perspectivas geracionais.

4.2.4 Experiência prática com métodos construtivos *offsite*

Em relação à experiência prática com métodos construtivos *offsite* (Figura 18), observa-se que 34% dos respondentes possuem conhecimento teórico, mas sem experiência prática; 22% relataram experiência em pequenos projetos, 12% em projetos de médio porte e 26% em projetos de grande porte. Apenas 6% declararam não possuir experiência.

Figura 18 - Nível de experiência dos respondentes na área



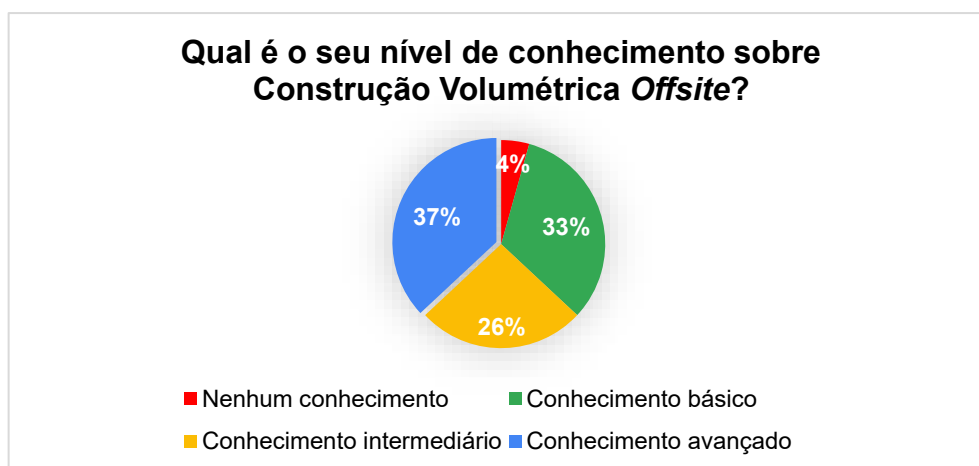
Fonte: Autora, 2026.

Esses resultados indicam que a maioria dos participantes possui algum grau de contato, teórico ou prático, com métodos *offsite*, o que fortalece a validade das percepções coletadas sobre os desafios analisados. A presença significativa de profissionais com experiência em projetos de médio e grande porte sugere familiaridade com contextos reais de aplicação da construção volumétrica.

4.2.5 Nível de conhecimento sobre construção volumétrica *offsite*

No que se refere ao nível de conhecimento específico sobre construção volumétrica *offsite* (Figura 19), 37% dos respondentes declararam possuir conhecimento avançado, 33% conhecimento básico, 26% conhecimento intermediário e apenas 4% afirmaram não possuir conhecimento sobre o tema.

Figura 19 - Nível de conhecimento dos respondentes na área



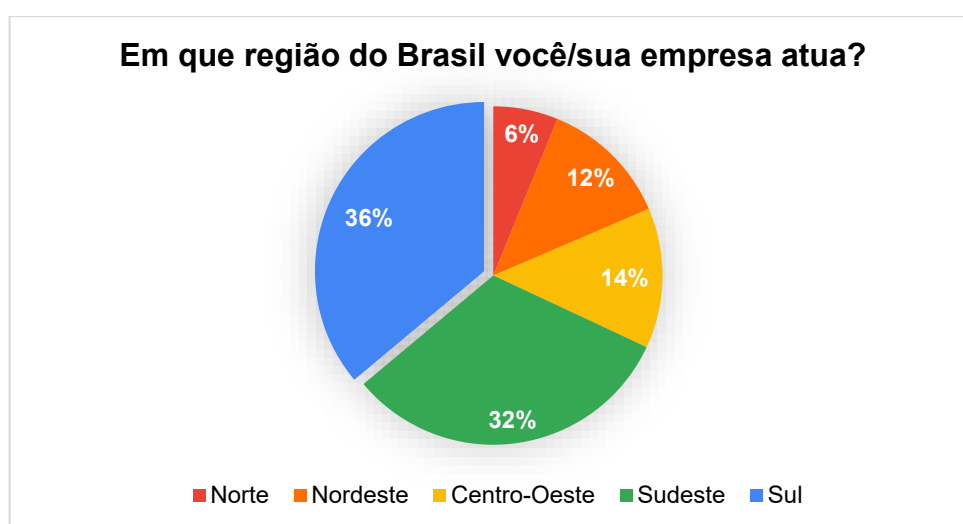
Fonte: Autora, 2026.

Esse cenário demonstra que o tema não é desconhecido entre os participantes da pesquisa e que a maior parte deles apresenta níveis intermediários ou avançados de conhecimento. Tal distribuição reforça a adequação da amostra para avaliar os desafios técnicos, organizacionais e institucionais associados à adoção desse sistema construtivo.

4.2.6 Região de atuação e porte da empresa em que atua

A análise da região de atuação (Figura 20) indica maior concentração de respondentes na Região Sul (36%) e no Sudeste (32%), seguidas pelo Centro-Oeste (14%), Nordeste (12%) e Norte (6%). Esse resultado reflete, em parte, a maior concentração de atividades da construção civil industrializada nas regiões Sul e Sudeste do país.

Figura 20 - Região de atuação dos respondentes na área

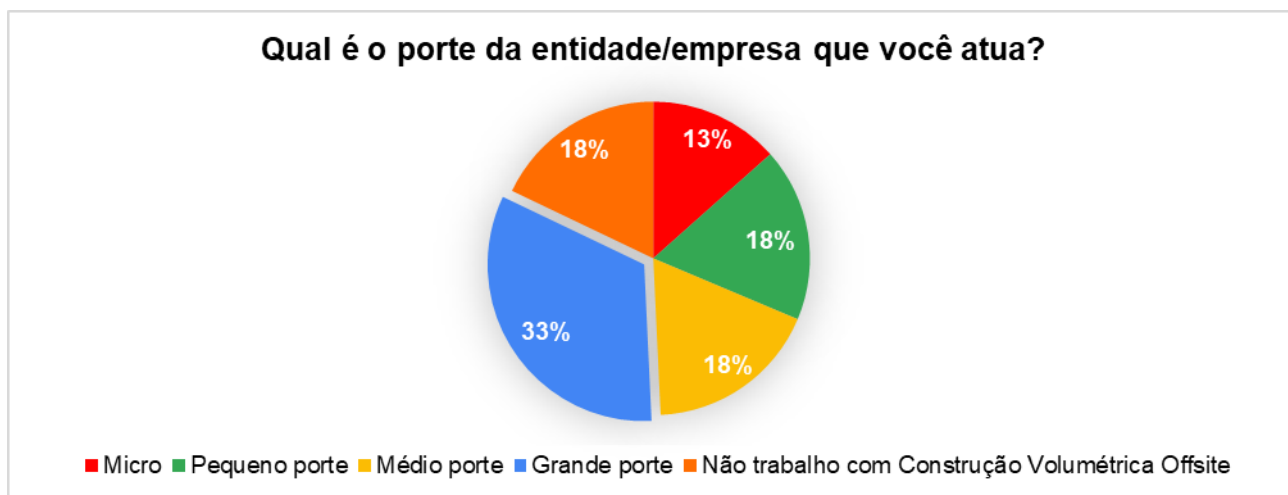


Fonte: Autora, 2026.

A distribuição regional evidencia, contudo, a participação de profissionais de todas as regiões brasileiras, o que contribui para a diversidade de percepções captadas pela pesquisa. Essa abrangência geográfica fortalece a análise dos desafios sob uma perspectiva nacional, ainda que com maior peso das regiões economicamente mais ativas.

Quanto ao porte das empresas ou entidades em que os respondentes atuam (Figura 21), observa-se que 33% atuam em empresas de grande porte, 18% em empresas de médio porte, 18% em empresas de pequeno porte, 13% em microempresas e 18% declararam não atuar diretamente na construção volumétrica *offsite*.

Figura 21 - Porte da entidade de atuação dos respondentes



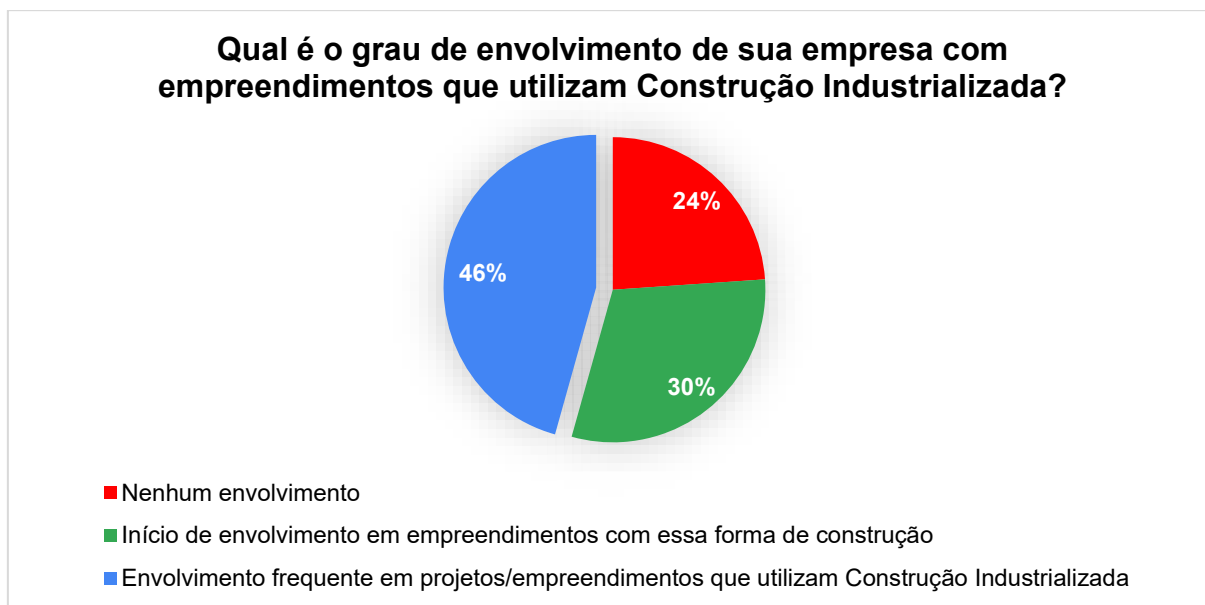
Fonte: Autora, 2026.

Esse perfil indica que uma parcela relevante dos respondentes está inserida em organizações com maior capacidade financeira, técnica e operacional, o que é particularmente relevante para a adoção de sistemas construtivos industrializados. Ao mesmo tempo, a presença de empresas de menor porte permite captar percepções associadas a restrições mais severas de recursos.

4.2.7 Grau de envolvimento das empresas com construção industrializada

Por fim, o gráfico referente ao grau de envolvimento das empresas com empreendimentos que utilizam construção industrializada (Figura 22) mostra que 46% dos respondentes atuam em organizações com envolvimento frequente, 30% estão em fase inicial de envolvimento e 24% não possuem envolvimento com esse tipo de empreendimento.

Figura 22 - Relação da entidade dos respondentes com a área



Fonte: Autora, 2026.

4.2.8 Resumo do perfil da amostra de respondentes

Os dados indicam que mais da metade dos respondentes está inserida em contextos organizacionais que já utilizam ou estão iniciando a adoção da construção industrializada, o que reforça a relevância prática das respostas obtidas. A coexistência de diferentes níveis de envolvimento permite captar desafios tanto de implementação quanto de difusão dessa abordagem no setor.

De modo geral, a caracterização dos respondentes demonstrou que a amostra é composta por profissionais com elevado nível de qualificação acadêmica e técnica, majoritariamente oriundos de áreas diretamente relacionadas à construção civil, com destaque para a Engenharia Civil. A predominância de participantes com pós-graduação, aliada à experiência prévia e ao conhecimento de métodos construtivos *offsite* e de construção volumétrica, reforça a adequação do perfil dos respondentes ao objetivo da pesquisa.

Adicionalmente, a diversidade quanto à região de atuação, ao porte das organizações e ao grau de envolvimento com a construção industrializada contribui para uma visão abrangente e representativa do contexto brasileiro. Esses aspectos asseguram que as percepções coletadas refletem diferentes realidades organizacionais, econômicas e operacionais do setor, conferindo robustez, validade e confiabilidade aos dados analisados nas etapas subsequentes da pesquisa, especialmente no que se refere à identificação e hierarquização dos desafios para a implementação da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

4.3 PERCEPÇÃO DOS DESAFIOS PELOS RESPONDENTES CONFORME

ESCALA *LIKERT*

Os resultados são apresentados por meio de quadros de calor (*heatmaps*), uma técnica de visualização de dados bidimensionais que representa a magnitude dos valores individuais de um conjunto de dados por meio de cores. Utiliza uma matriz de retângulos em que a intensidade da cor substitui os valores numéricos, permitindo uma interpretação rápida e intuitiva de padrões, correlações e anomalias.

Além dos quadros de calor, os resultados também serão apresentados por meio de gráficos de barras horizontais divergentes, nos quais a linha neutra (0%) representa o ponto de equilíbrio entre as respostas de discordância e de concordância. Essa representação gráfica permite uma visualização clara da distribuição das opiniões, evidenciando a predominância de concordância ou de discordância em cada desafio analisado, bem como o grau de neutralidade.

Dessa forma, a análise descritiva baseada na Escala *Likert* fornece subsídios iniciais para compreender o comportamento das respostas e fundamenta as análises subsequentes de identificação e hierarquização dos desafios por meio do IIR.

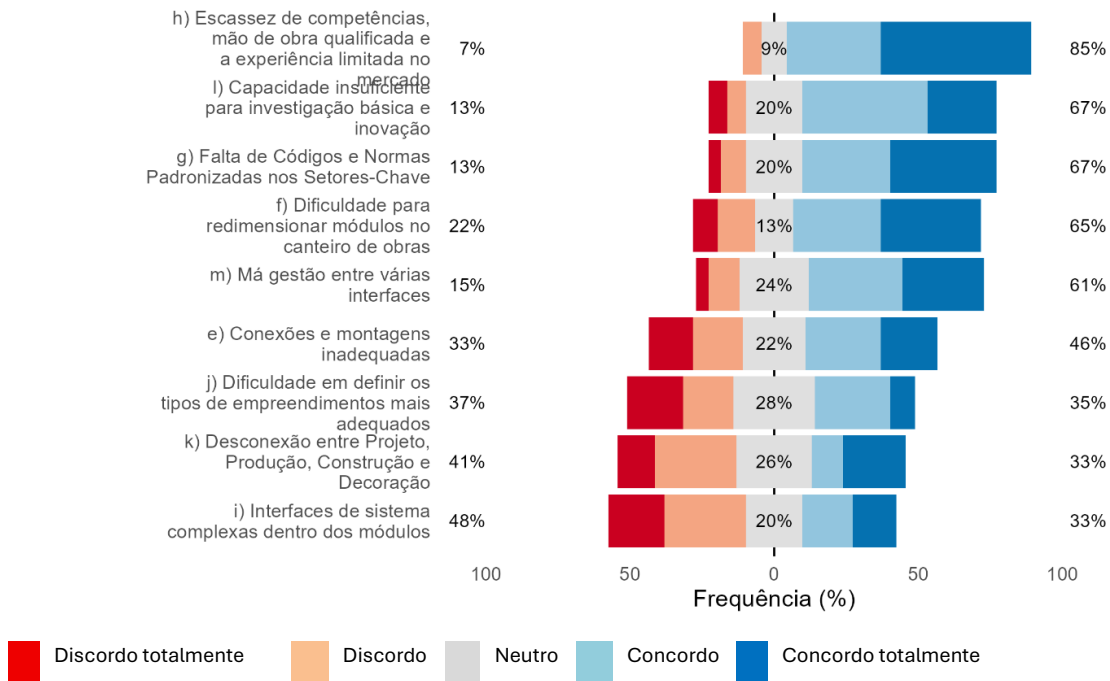
4.3.1 Intracategoria

Na sequência, são apresentadas as percepções dos respondentes para cada categoria de desafios, com exceção da categoria “Desafios Financeiros”, devido ao baixo coeficiente *alfa de Cronbach* calculado. Os valores percentuais e o número de respondentes para cada opção de percepção, de acordo com a escala *Likert* adotada, podem ser vistos no Apêndice D.

4.3.1.1 Desafios Técnicos

Na Figura 23, são apresentadas as percepções dos respondentes sobre esta categoria de desafios, segundo a escala *Likert*; na Figura 24, é apresentado o quadro de calor dos Desafios Técnicos.

Figura 23 - Desafios Técnicos conforme escala Likert



Fonte: Autora, 2026.

Figura 24 – Desafios Técnicos: Quadro de calor conforme escala Likert

h) Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado	4,30 (0,89)	0,0%	6,5%	8,7%	32,6%	52,2%
l) Capacidade insuficiente para investigação básica e inovação	3,72 (1,11)	6,5%	6,5%	19,6%	43,5%	23,9%
g) Falta de Códigos e Normas Padronizadas nos Setores-Chave	3,87 (1,15)	4,3%	8,7%	19,6%	30,4%	37,0%
f) Dificuldade para redimensionar módulos no canteiro de obras	3,70 (1,31)	8,7%	13,0%	13,0%	30,4%	34,8%
m) Má gestão entre várias interfaces	3,70 (1,13)	4,3%	10,9%	23,9%	32,6%	28,3%
e) Conexões e montagens inadequadas	3,17 (1,35)	15,2%	17,4%	21,7%	26,1%	19,6%
j) Dificuldade em definir os tipos de empreendimentos mais adequados	2,87 (1,26)	19,6%	17,4%	28,3%	26,1%	8,7%
k) Desconexão entre Projeto, Produção, Construção e Decoração	3,00 (1,35)	13,0%	28,3%	26,1%	10,9%	21,7%
i) Interfaces de sistema complexas dentro dos módulos	2,80 (1,36)	19,6%	28,3%	19,6%	17,4%	15,2%
	Média (DP)	DT	D	N	C	CT

Fonte: Autora, 2026.

A análise dos Desafios Técnicos evidencia uma percepção favorável quanto à relevância desses desafios para a adoção da construção volumétrica *offsite*, ainda que com variações importantes entre os itens avaliados, uma vez que cinco dos nove desafios (55,5%) apresentaram percentual de concordância superior a 50%.

Destacam-se, de forma positiva, os itens **“h) Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado”**, **“g) Falta de Códigos e Normas Padronizadas nos Setores-Chave”** e **“l) Capacidade insuficiente para investigação básica e inovação”**, **“f) Dificuldade para redimensionar módulos no canteiro de obras”** e **“m) Má gestão entre várias interfaces”**, nos quais a soma das respostas “C - Concordo” e “CT - Concordo totalmente” atinge, respectivamente, 85%, 67%, 67%, 65% e 61% (Figura 23). O item “h”, em especial, apresenta o maior nível de concordância total (52%), indicando maior consenso entre os respondentes quanto à criticidade desse desafio técnico. Na sequência aparecem os itens “g” e “f”, com 37% e 35%, respectivamente (Figura 24).

Por outro lado, há a percepção de que os desafios **“i) Interfaces de sistema complexas dentro dos módulos”**, **“k) Desconexão entre Projeto, Produção, Construção e Decoração”** e **“j) Dificuldade em definir os tipos de empreendimentos mais adequados”** são menos relevantes do que os indicados anteriormente, com percentuais de discordância de 48%, 41% e 37%, respectivamente. Destes, os desafios “i” e “j” apresentaram maior percentual de discordância total (20%).

Esses resultados indicam menor consenso quanto à relevância desses desafios específicos, possivelmente refletindo diferenças no nível de maturidade técnica das organizações, na experiência prévia com sistemas *offsite* ou na diversidade de contextos de aplicação da construção volumétrica.

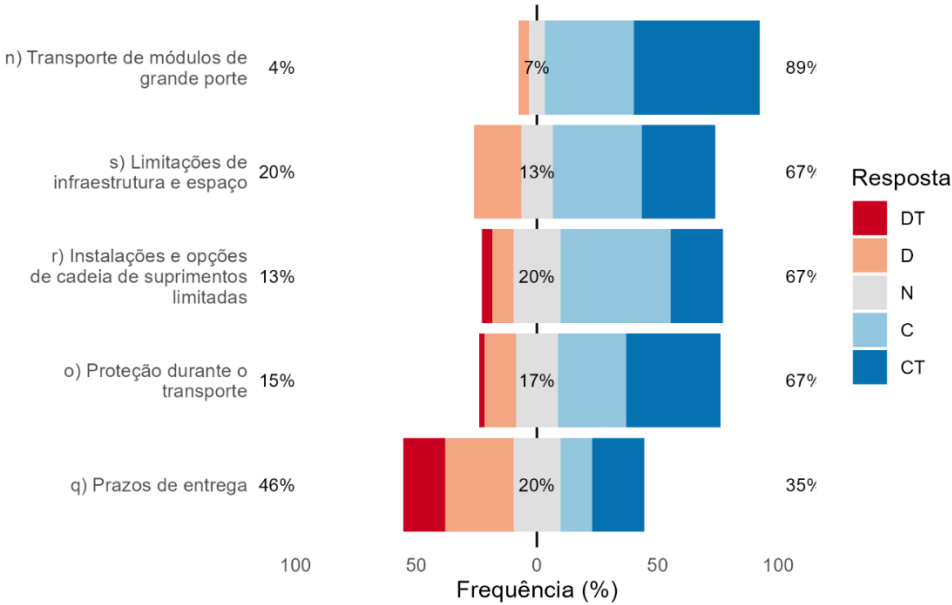
Finalmente, o percentual de neutralidade situou-se entre 9% (desafio “h”) e 28% (desafio “j”).

A presença de percentuais relevantes de neutralidade em vários itens (entre 20% e 28%) sugere que parte dos respondentes não possui vivência suficiente para avaliar plenamente determinados desafios técnicos. Em conjunto, os resultados reforçam que os desafios técnicos são percebidos como relevantes, porém heterogêneos, e demandam abordagens diferenciadas conforme o tipo de limitação técnica envolvida.

4.3.1.2 Desafios Logísticos

Na Figura 25, são apresentadas as percepções dos respondentes sobre esta categoria de desafios, de acordo com a escala *Likert*, enquanto na Figura 26, é apresentado o quadro de calor dos Desafios Logísticos.

Figura 25 - Desafios Logísticos conforme escala Likert



Fonte: Autora, 2026.

Figura 26 – Desafios Logísticos: Quadro de calor conforme escala Likert

n) Transporte de módulos de grande porte	4,37 (0,8)	0,0%	4,3%	6,5%	37,0%	52,2%
s) Limitações de infraestrutura e espaço	3,78 (1,1)	0,0%	19,6%	13,0%	37,0%	30,4%
r) Instalações e opções de cadeia de suprimentos limitadas	3,72 (1,0)	4,3%	8,7%	19,6%	45,7%	21,7%
o) Proteção durante o transporte	3,89 (1,1)	2,2%	13,0%	17,4%	28,3%	39,1%
q) Prazos de entrega	2,93 (1,4)	17,4%	28,3%	19,6%	13,0%	21,7%
	Média (DP)	DT	D	N	C	CT

Fonte: Autora, 2026.

A análise dos Desafios Logísticos evidencia uma percepção favorável quanto à relevância desses desafios para a adoção da construção volumétrica *offsite*, ainda que com

variações importantes entre os itens avaliados, uma vez que 4 dos 5 desafios (80%) apresentaram percentuais de concordância superiores a 50%.

Destacam-se, como percepção de que estes desafios são significativos (soma das respostas “C - Concordo” e “CT - Concordo totalmente”), os itens “**n) Transporte de módulos de grande porte**” (89%), “**o) Proteção durante o transporte**” (67%)”, “**r) Instalações e opções de cadeia de suprimentos limitadas**” (67%) e “**s) Limitações de infraestrutura e espaço**” (67%) e “**m) Má gestão entre várias interfaces**” (67%) (Figura 25).

Os resultados evidenciam que os desafios Logísticos são percebidos como relevantes pela maioria dos respondentes, embora com variações significativas entre os itens avaliados. Os itens “n” e “o” apresentam forte concordância quanto à sua criticidade, com 52% e 39% de concordância total, respectivamente, além de percentuais expressivos de concordância parcial (37% no item “n” e 28% no item “o”) (Figura 26).

O desafio “**q) Prazos de entrega**” apresentou o maior percentual de discordância (46%), o que indica que não é relevante para os respondentes.

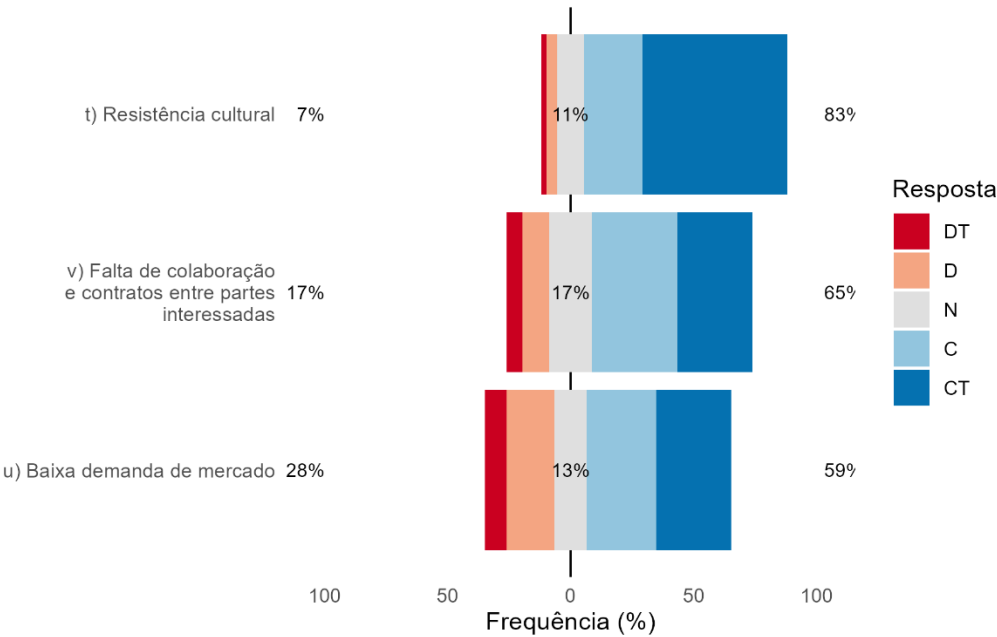
A neutralidade em relação a estes desafios variou entre 7% e 20%, indicando maior dicotomia entre os desafios desta categoria.

Esses dados indicam que aspectos logísticos associados à construção volumétrica *offsite*, como transporte, manuseio e coordenação logística de suprimentos, são amplamente reconhecidos como obstáculos relevantes à sua implementação no contexto brasileiro.

4.3.1.3 Desafios Culturais e de Mercado

Na Figura 27, são apresentadas as percepções dos respondentes sobre esta categoria de desafios, de acordo com a escala *Likert*, enquanto na Figura 28, é apresentado o quadro de calor dos Desafios Culturais e de Mercado.

Figura 27 - Desafios Culturais e de Mercado conforme escala Likert



Fonte: Autora, 2026.

Figura 28 – Desafios Culturais e de Mercado: Quadro de calor conforme escala Likert

t) Resistência cultural	4,33 (0,99)	2,2%	4,3%	10,9%	23,9%	58,7%
v) Falta de colaboração e contratos entre partes interessadas	3,72 (1,20)	6,5%	10,9%	17,4%	34,8%	30,4%
u) Baixa demanda de mercado	3,52 (1,35)	8,7%	19,6%	13,0%	28,3%	30,4%
	Média (DP)	DT	D	N	C	CT

Fonte: Autora, 2026.

A análise dos Desafios Culturais e de Mercado evidencia uma percepção totalmente favorável à relevância desses desafios para a adoção da construção volumétrica *offsite*, uma vez que a totalidade dos desafios (100%) apresentou percentual de concordância superior a 50% (Figura 27); ou seja, são amplamente reconhecidos como relevantes para a adoção da construção volumétrica *offsite*.

O item “**t) Resistência cultural**” destaca-se como o mais crítico, apresentando 59% de concordância total e 24% de concordância parcial, totalizando 83% de avaliações positivas, com níveis residuais de discordância (2% discordam totalmente e 4% discordam parcialmente)

(Figura 28). Esse resultado evidencia uma percepção praticamente consensual entre os respondentes quanto à influência de fatores culturais e de mercado, como a resistência à mudança, o conservadorismo do setor e a baixa aceitação de soluções construtivas industrializadas.

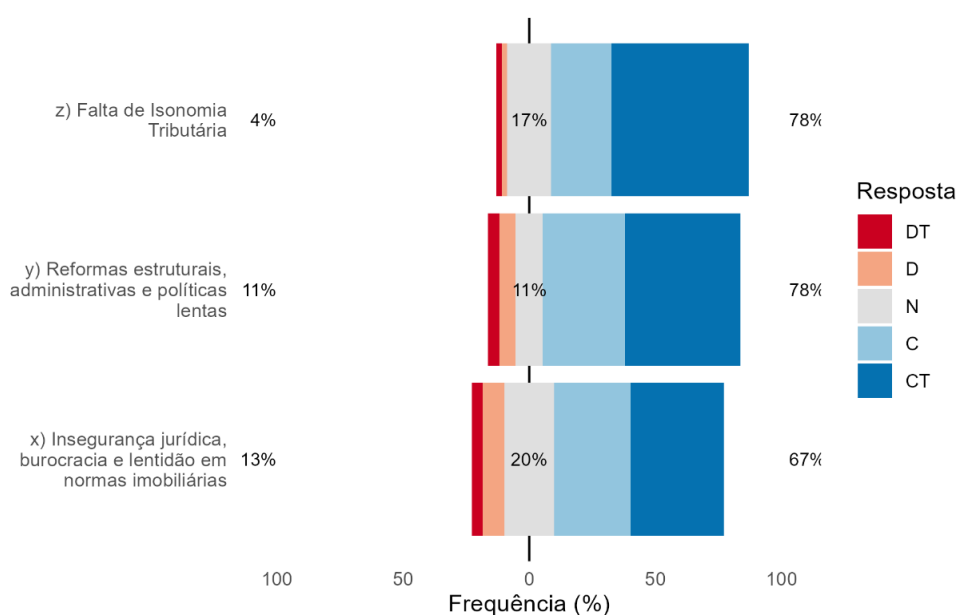
Os itens “u) **Baixa demanda de mercado**” e “v) **Falta de colaboração e contratos entre as partes interessadas**” também apresentam predominância de concordância, embora menos acentuada. No item “u”, 59% dos respondentes concordam, total ou parcialmente, enquanto 28% discordam, total ou parcialmente. De maneira semelhante, o item “v” registra 65% de concordância e 17% de discordância. Esses dados sugerem que, apesar do reconhecimento majoritário desses desafios, ainda há uma parcela minoritária do setor que não percebe determinados desafios culturais e mercadológicos como limitantes significativos, possivelmente em função de experiências prévias, do grau de exposição à construção volumétrica *offsite* ou da maturidade organizacional.

A neutralidade variou entre 11% e 17%. De modo geral, os resultados reforçam que os aspectos culturais e de mercado constituem um dos eixos mais críticos para a difusão desse sistema construtivo no Brasil, o que exige ações específicas de sensibilização, capacitação e disseminação do conhecimento.

4.3.1.4 Desafios Governamentais e Regulatórios

A Figura 29 apresenta as percepções dos respondentes sobre esses desafios na escala *Likert*, enquanto a Figura 30 exibe o quadro de calor.

Figura 29 - Desafios Governamentais e Regulatórios conforme escala *Likert*



Fonte: Autora, 2026.

Figura 30 – Desafios Governamentais e Regulatórios: Quadro de calor conforme escala Likert

z) Falta de Isonomia Tributária	4,26 (0,98)	2,2%	2,2%	17,4%	23,9%	54,3%
y) Reformas estruturais, administrativas e políticas lentas	4,09 (1,11)	4,3%	6,5%	10,9%	32,6%	45,7%
x) Insegurança jurídica, burocracia e lentidão em normas imobiliárias	3,87 (1,15)	4,3%	8,7%	19,6%	30,4%	37,0%
	Média (DP)	DT	D	N	C	CT

Fonte: Autora, 2026.

A análise dos Desafios Governamentais e Regulatórios evidencia uma percepção totalmente favorável à relevância desses desafios para a adoção da construção volumétrica *offsite*, assim como para a categoria anterior, uma vez que a totalidade dos desafios (100%) apresentou percentual de concordância superior a 50%, ou seja, são amplamente reconhecidos como desafios relevantes à adoção da construção volumétrica *offsite* (Figura 29).

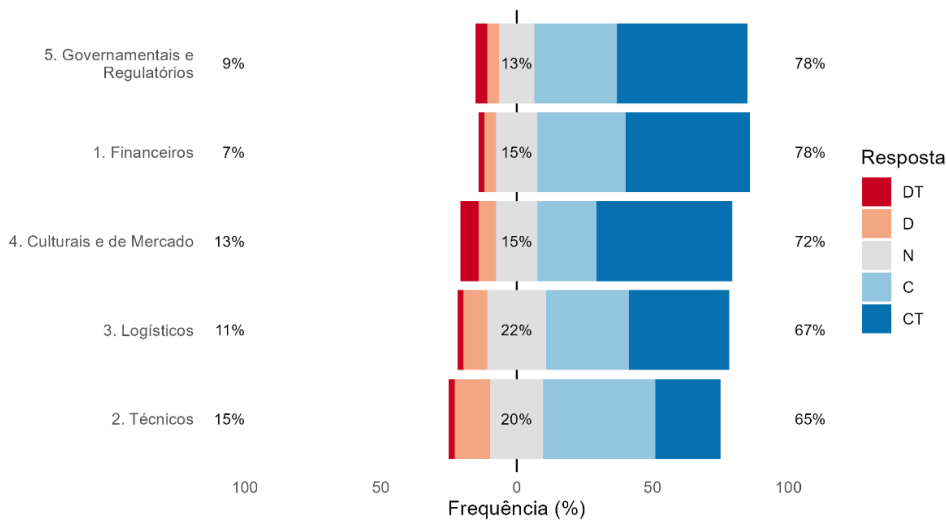
O item “**z) Falta de Isonomia Tributária**” apresenta o maior nível de criticidade, com 54% de concordância total e 24% de concordância parcial, totalizando 78% de avaliações positivas, enquanto a discordância é residual (4% no total). De forma semelhante, o item “**y) Reformas estruturais, administrativas e políticas lentas**” registra 46% de concordância total e 33% de concordância parcial (78% no total), indicando forte percepção de que entraves normativos, ausência de regulamentação específica e lacunas nos processos de aprovação impactam diretamente a adoção desse sistema construtivo (Figura 30).

O desafio “**x) Insegurança jurídica, burocracia e lentidão em normas imobiliárias**” também apresenta predominância de concordância, ainda que com maior dispersão das respostas: 67% dos respondentes concordam total ou parcialmente, 13% discordam e 20% se mantêm neutros. Esse resultado indica que, embora haja consenso quanto à relevância dos Desafios Governamentais e Regulatórios, parte dos profissionais percebe tais desafios de forma menos homogênea, possivelmente devido a diferenças regionais, experiências institucionais ou níveis distintos de interação com órgãos reguladores. Ainda assim, o conjunto de dados reforça o papel central do ambiente normativo e institucional como fator condicionante da consolidação da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro.

4.3.2 Entre categorias

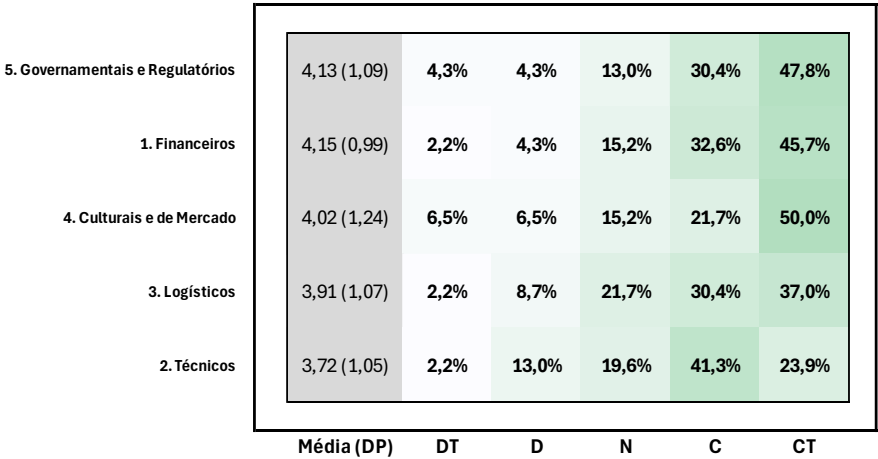
A Figura 31 apresenta as percepções dos respondentes sobre esses desafios na escala *Likert*, enquanto a Figura 32 exibe o quadro de calor. Salienta-se que, nesta análise, inclui-se a categoria Desafios Financeiros, uma vez que se trata de respostas a uma seção de perguntas distinta daquela em que se analisaram os desafios intracategorias, cujos resultados foram apresentados anteriormente.

Figura 31 - Desafios entre Categorias conforme escala Likert



Fonte: Autora, 2026.

Figura 32 – Desafios entre Categorias: Quadro de calor conforme escala Likert



Fonte: Autora, 2026.

A análise comparativa entre as categorias de desafios evidencia que todas são percebidas majoritariamente como relevantes para a adoção da construção volumétrica *offsite* no Brasil, com predomínio de concordância parcial e total em todas as dimensões analisadas.

Os **Desafios Governamentais e Desafios Financeiros** apresentaram o maior nível de concordância total, com 48% e 46% (Figura 31), respectivamente, além de concordância parcial de 22% e 33%, respectivamente, totalizando 78% de avaliações positivas, ou seja, indicando forte consenso entre os profissionais quanto à influência entraves normativos, ausência de políticas públicas específicas e limitações nos processos regulatórios como fatores críticos para a difusão do sistema construtivo, além dos aspectos financeiros, reforçando a percepção de que altos custos iniciais, dificuldades de financiamento e riscos econômicos ainda representam desafios significativos.

Na sequência, destacam-se os **Desafios Culturais e de Mercado**, com nível de concordância de 72%; os Desafios Logísticos, com nível de concordância de 67%; e, por fim, os Desafios Técnicos, com nível de concordância de 65%.

Os Desafios Logísticos e Técnicos, embora apresentem elevados níveis de concordância, exibem maior dispersão das respostas, com percentuais mais elevados de neutralidade (20% para os Técnicos e 22% para os Logísticos) (Figura 32). Isso sugere que tais desafios podem ser percebidos de forma mais heterogênea, possivelmente em função do nível de maturidade tecnológica, da experiência prévia dos respondentes e das especificidades regionais. Ainda assim, o conjunto dos resultados confirma que as cinco categorias de desafios exercem influência relevante e interdependente, demandando abordagens integradas para viabilizar a implementação da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro.

4.3.3 Considerações

De modo geral, a análise dos resultados obtidos por meio da Escala *Likert* evidencia que todas as categorias de desafios associadas à adoção da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira são percebidas pelos profissionais como relevantes, ainda que em diferentes níveis de intensidade. Observa-se predominância de respostas concentradas nos níveis de concordância e de concordância total em todas as categorias analisadas, com destaque para os “Desafios Culturais e de Mercado” e os “Governamentais e Regulatórios” (Quadro 19).

Quadro 19 – Faixa de percentuais: discordância, neutralidade e concordância

Desafios (intracategorias)	Faixa de discordância	Faixa de Neutralidade	Faixa de concordância
Técnicos	7% a 48%	9% a 28%	33% a 85%
Logísticos	4% a 46%	7% a 20%	35% a 89%
Culturais e de Mercado	7% a 28%	11% a 17%	59% a 83%
Governamentais e Regulatórios	4% a 13%	11% a 20%	67% a 78%

Fonte: Autora, 2026.

Em contrapartida, os “Desafios Técnicos” e “Desafios logísticos”, embora também reconhecidos como relevantes, apresentaram maior dispersão das respostas, com percentuais mais elevados de neutralidade e discordância, indicando maior heterogeneidade de percepções entre os respondentes.

Esses resultados descritivos fornecem uma visão inicial e comparativa da percepção dos profissionais sobre a relevância dos diferentes grupos de desafios, porém, isoladamente, não permitem estabelecer uma hierarquização objetiva entre eles. Nesse sentido, a elevada concentração de respostas positivas em determinadas categorias indica tendências claras, mas requer uma análise quantitativa complementar que considere a importância relativa atribuída a cada desafio e o grau de consenso entre os respondentes.

Assim, os achados desta etapa fundamentam e justificam a aplicação do IIR, apresentada na subseção seguinte, que permite sintetizar, hierarquizar e priorizar os desafios mais críticos à implementação da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro, com base em critérios estatísticos consistentes.

4.4 IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS DESAFIOS

Após a análise descritiva dos dados por meio da Escala *Likert*, procede-se à identificação e hierarquização dos desafios associados à adoção da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira. Esta etapa tem como objetivo sintetizar os resultados obtidos, permitindo priorizar os desafios mais relevantes para os profissionais com base em critérios quantitativos consistentes.

Para tal, utilizou-se o IIR, que permite avaliar a importância atribuída a cada desafio individualmente, bem como comparar o grau de criticidade entre os diferentes desafios e categorias analisadas. Os resultados são apresentados por meio de gráficos de *ranking*, contemplando: (i) a hierarquização geral dos desafios, (ii) a classificação dos desafios mais críticos em cada categoria e (iii) a comparação entre as categorias de desafios. Essa abordagem permite uma leitura integrada dos dados, evidenciando não apenas quais desafios se destacam isoladamente, mas também quais grupos de desafios exercem maior influência na implementação da construção volumétrica *offsite* no contexto nacional.

No Apêndice E são apresentados os valores calculados para este índice.

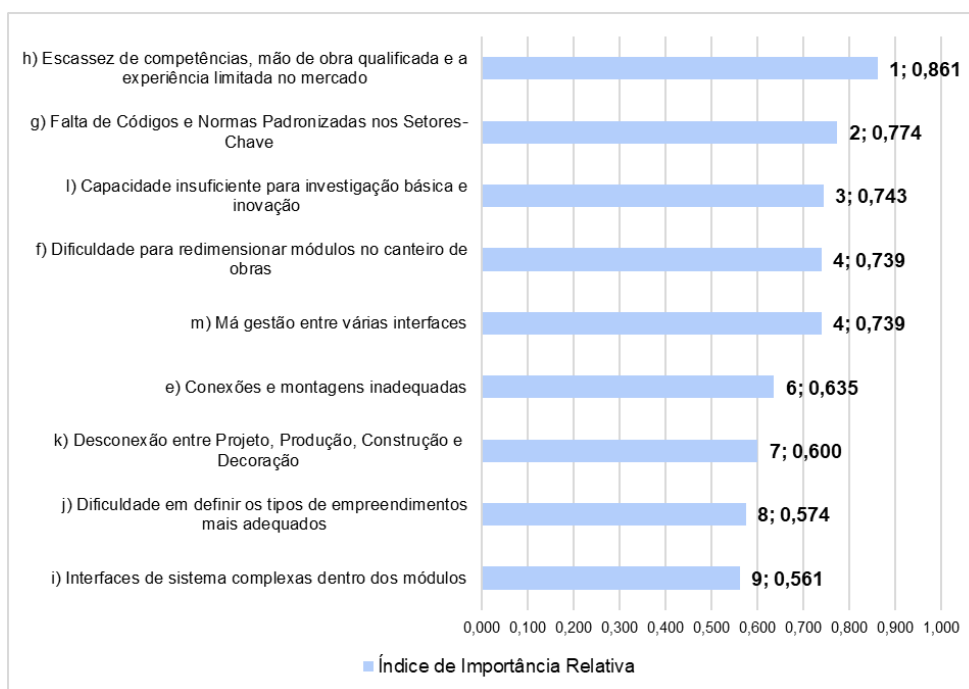
A identificação do *ranking* do grau de importância dos desafios fornece subsídios objetivos para a formulação de estratégias, diretrizes e ações prioritárias voltadas à superação

dos principais entraves identificados, contribuindo para o avanço da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

4.4.1 Ranking dos Desafios Técnicos

Na Figura 33 são apresentados os IIRs para os Desafios Técnicos.

Figura 33 - Índice de Importância Relativa: Desafios Técnicos



Fonte: Autora, 2026.

A análise dos desafios técnicos evidencia que a escassez de competências, de mão de obra qualificada e de experiência limitada no mercado (desafio “h”) constitui o principal fator crítico da categoria, apresentando o maior Índice de Importância Relativa (IIR = 0,861). Esse resultado indica que a ausência de profissionais capacitados para atuar nas etapas de projeto, fabricação, logística e montagem compromete diretamente a qualidade, a confiabilidade e a eficiência da construção volumétrica *offsite*. A elevada criticidade atribuída a esse desafio reforça a ideia de que a maturidade técnica do setor depende fortemente da formação especializada e da consolidação do conhecimento prático, ainda incipientes no contexto brasileiro.

Na sequência, o desafio “g” (falta de códigos e normas padronizadas nos setores-chave), classificado na segunda posição (IIR = 0,774), destaca a relevância da padronização técnica e normativa para a adoção do sistema. A inexistência de regulamentações específicas e amplamente aceitas gera insegurança técnica e dificulta tanto a fiscalização quanto a

repetibilidade dos processos construtivos, elementos essenciais para sistemas industrializados. Esse resultado evidencia que a limitação normativa não apenas afeta aspectos regulatórios, mas também impacta diretamente o desenvolvimento técnico e a escalabilidade da construção volumétrica *offsite*.

Os desafios “l” (capacidade insuficiente para investigação básica e inovação) e “f” (dificuldade para redimensionar módulos no canteiro de obras), posicionados na terceira (IIR = 0,743) e na quarta (IIR = 0,739) colocações, indicam entraves relacionados à inovação tecnológica e à flexibilidade do sistema. A limitação na pesquisa e no desenvolvimento restringe o avanço de soluções técnicas mais adaptáveis, enquanto a baixa flexibilidade para ajustes no canteiro evidencia a necessidade de maior precisão nas etapas iniciais do projeto. Esses fatores reforçam a dependência da construção volumétrica *offsite* de processos integrados e de decisões antecipadas, características que ainda contrastam com a cultura predominante do setor.

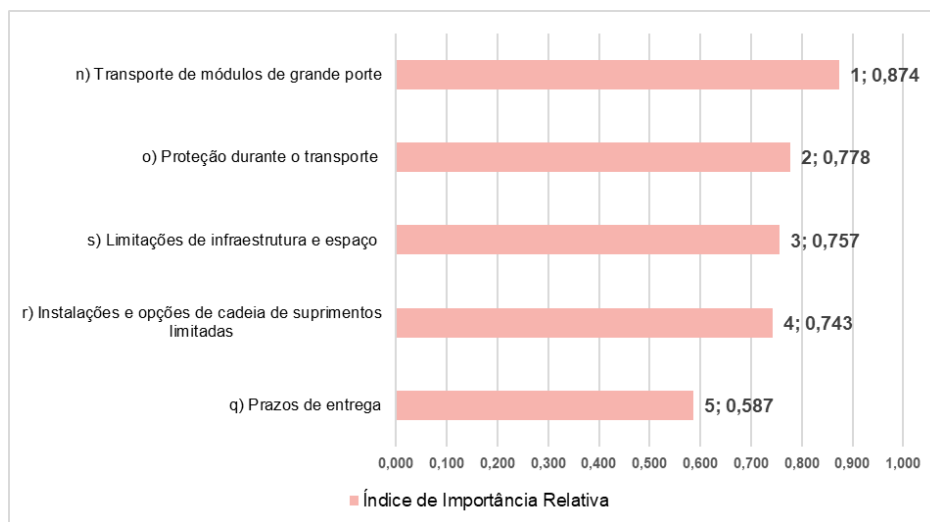
De forma complementar, o desafio “m” (má gestão entre várias interfaces), também com IIR = 0,739, evidencia problemas de coordenação técnica entre projeto, produção, logística e montagem. Essa deficiência amplia os riscos de incompatibilidades, retrabalhos e atrasos, comprometendo o desempenho global do sistema. Já os desafios “e” (conexões e montagens inadequadas), “k” (desconexão entre projeto, produção, construção e decoração), “j” (dificuldade em definir os tipos de empreendimentos mais adequados) e “i” (interfaces de sistema complexas dentro dos módulos), que apresentaram IIR entre 0,561 e 0,635, embora menos críticos em termos relativos, indicam fragilidades técnicas associadas à integração de sistemas, à definição estratégica de aplicações e à complexidade construtiva dos módulos.

Em síntese, os resultados demonstram que os desafios técnicos mais críticos estão associados à capacitação profissional, à padronização normativa e à maturidade tecnológica do sistema, enquanto os de menor hierarquia relacionam-se à operacionalização e à integração dos processos. Essa configuração reforça que a superação dos desafios técnicos na construção volumétrica *offsite* demanda investimentos estruturados em formação, inovação e normatização, como condição fundamental para a consolidação e ampliação do uso desse método construtivo no Brasil.

4.4.2 Ranking dos Desafios Logísticos

Na Figura 34, são apresentados os IIRs dos Desafios Logísticos.

Figura 34 - Índice de Importância Relativa: Desafios Logísticos



Fonte: Autora, 2026.

Os resultados evidenciam que o transporte de módulos de grande porte (desafio “n”) é o principal fator crítico da categoria logística, com o maior Índice de Importância Relativa (IIR = 0,874). Esse resultado indica que as dificuldades associadas ao tamanho, ao peso e ao manuseio dos módulos impactam diretamente a viabilidade operacional da construção volumétrica *offsite* no Brasil. A necessidade de rotas específicas, autorizações especiais e cuidados adicionais durante o transporte aumenta a complexidade logística e os custos associados, tornando esse desafio central na tomada de decisão sobre a adoção do sistema.

Na sequência, destaca-se o desafio “o” (proteção durante o transporte), classificado na segunda posição (IIR = 0,778), o que evidencia a preocupação dos profissionais com a integridade física e funcional dos módulos durante o deslocamento. A exposição a danos mecânicos e a condições climáticas durante o transporte pode comprometer a qualidade final do produto, exigindo investimentos adicionais em embalagens, sistemas de proteção e controle de riscos. Esse resultado reforça que o transporte não deve ser analisado isoladamente, mas sim como parte integrante do sistema produtivo *offsite*.

Os desafios “s” (limitações de infraestrutura e de espaço no canteiro de obras) e “r” (instalações e opções de cadeia de suprimentos limitadas), posicionados na terceira (IIR = 0,757) e na quarta colocação (IIR = 0,743), indicam entraves relacionados à capacidade física e estrutural dos canteiros e à disponibilidade de fornecedores especializados. A insuficiência de espaço para o recebimento, o armazenamento e a movimentação segura dos módulos, aliada à

dependência de instalações e de cadeias de suprimentos restritas, limita a aplicabilidade do sistema, especialmente em áreas urbanas densas, onde as restrições logísticas são mais severas.

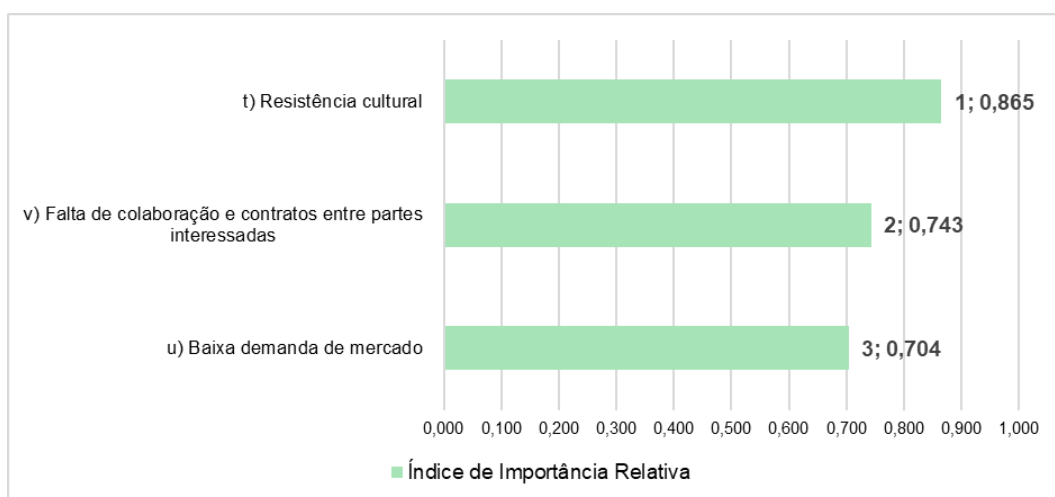
Por fim, o desafio “q” (prazos de entrega), com IIR de 0,587, apresentou menor criticidade relativa, embora ainda seja relevante. O cumprimento dos prazos depende de uma coordenação precisa entre fabricação, transporte e montagem, enquanto as percepções sobre a vida útil indicam preocupações quanto à durabilidade e ao desempenho ao longo do tempo, em comparação com os métodos construtivos tradicionais. Apesar de ser menos crítico, esse fator reforça a necessidade de um planejamento logístico integrado.

Em síntese, os resultados demonstram que os desafios logísticos mais críticos se concentram nas etapas de transporte, proteção e infraestrutura de suporte, evidenciando que a eficiência logística é determinante para a viabilidade da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro. A superação desses desafios requer investimentos em planejamento logístico, infraestrutura adequada e no fortalecimento da cadeia de suprimentos, aspectos essenciais para a consolidação desse modelo construtivo.

4.4.3 Ranking dos Desafios Culturais e de Mercado

Na Figura 35 são apresentados os IIRs para os Desafios Culturais e de Mercado.

Figura 35 – Índice de Importância Relativa: Desafios Culturais e de Mercado



Fonte: Autora, 2026.

Os resultados indicam que a resistência cultural à adoção da construção volumétrica *offsite* (desafio “t”) é o fator crítico mais relevante desta categoria, com o maior Índice de Importância Relativa (IIR = 0,865). Esse resultado evidencia que aspectos culturais e comportamentais continuam sendo um dos principais entraves à difusão desse sistema construtivo no Brasil. A predominância de práticas tradicionais, aliada à falta de familiaridade

técnica e à percepção de risco por parte de clientes e agentes do setor, contribui para a baixa aceitação da construção volumétrica *offsite* como alternativa viável e confiável aos métodos convencionais.

Na segunda posição, o desafio “v” (falta de colaboração e de contratos entre as partes interessadas) apresentou $IIR = 0,743$, indicando que a fragmentação das relações entre projetistas, fabricantes, construtoras e fornecedores compromete o desempenho do sistema *offsite*. A ausência de modelos contratuais colaborativos e de mecanismos formais de integração dificulta o alinhamento entre projeto, produção, logística e montagem, aumentando conflitos, retrabalhos e incertezas. Esse resultado reforça que a construção volumétrica *offsite* demanda mudanças estruturais não apenas tecnológicas, mas também organizacionais e contratuais.

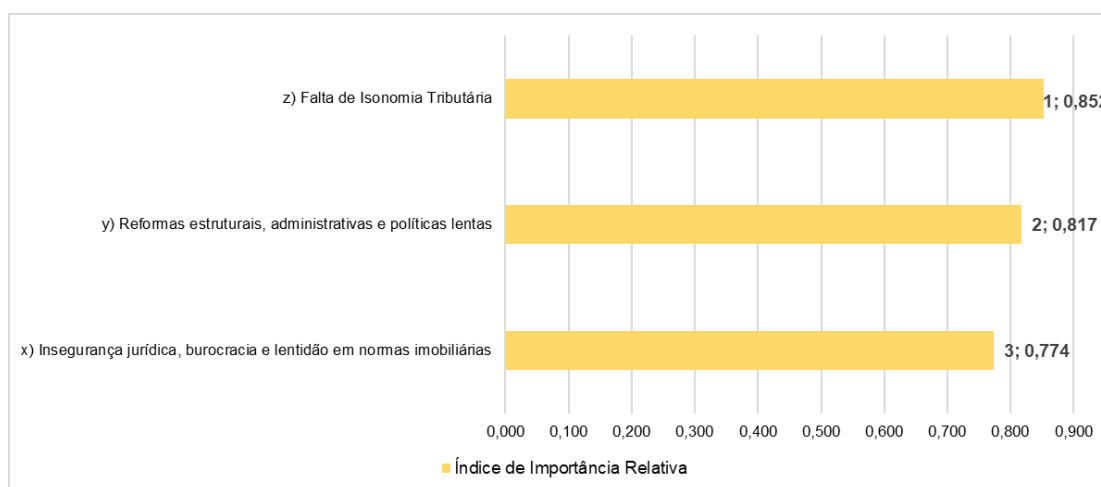
O desafio “u” (baixa demanda de mercado), classificado na terceira posição ($IIR = 0,704$), reflete a limitada escala de aplicação da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro. A baixa demanda está diretamente associada à resistência cultural e à ausência de referências consolidadas no mercado, criando um ciclo de retroalimentação que inibe investimentos, a inovação e a expansão da capacidade produtiva. Embora apresente menor criticidade relativa em comparação aos demais desafios da categoria, esse fator permanece relevante, pois influencia diretamente a viabilidade econômica e a consolidação do sistema no médio e no longo prazo.

De forma integrada, os resultados demonstram que os desafios culturais e de mercado estão fortemente inter-relacionados, sendo a resistência cultural o elemento central que condiciona tanto a colaboração entre agentes quanto o nível de demanda. A superação desses entraves requer ações coordenadas voltadas à disseminação do conhecimento, ao fortalecimento da confiança no sistema e à adoção de modelos colaborativos, aspectos fundamentais para ampliar a aceitação e a competitividade da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

4.4.4 Ranking dos Desafios Governamentais e Regulatórios

Na Figura 36 são apresentados os IIRs para os Desafios Governamentais e Regulatórios.

Figura 36 - Índice de Importância Relativa: Desafios Governamentais e Regulatórios



Fonte: Autora, 2026.

Os resultados evidenciam que a falta de isonomia tributária (desafio “z”) é o principal fator crítico desta categoria, com o maior Índice de Importância Relativa ($IIR = 0,852$). Esse resultado indica que o sistema tributário vigente impõe desvantagens competitivas à construção volumétrica *offsite* em relação aos métodos construtivos convencionais, elevando os custos e reduzindo a atratividade econômica dessa abordagem. A ausência de uma política tributária equitativa dificulta a previsibilidade financeira dos empreendimentos e inibe investimentos no setor, especialmente nas fases iniciais de adoção tecnológica.

Na segunda posição, o desafio “y” (reformas estruturais, administrativas e políticas lentas) apresentou $IIR = 0,817$, o que demonstra que a morosidade na adaptação do arcabouço institucional compromete a difusão da construção volumétrica *offsite*. A lentidão na implementação de mudanças administrativas e de políticas públicas limita a criação de ambientes regulatórios favoráveis à inovação, reduzindo a capacidade do setor público de atuar como indutor de novas práticas construtivas. Esse fator reforça a percepção de insegurança e de instabilidade institucional relatada pelos respondentes.

O desafio “x” (insegurança jurídica, burocracia e lentidão nas normas imobiliárias), classificado na terceira posição ($IIR = 0,774$), evidencia que entraves legais e burocráticos ainda representam obstáculos relevantes à adoção da construção volumétrica *offsite*. A falta de clareza normativa, associada a processos de aprovação prolongados e à baixa padronização regulatória, aumenta os riscos jurídicos dos empreendimentos e compromete a repetibilidade e a escalabilidade dos projetos. Embora apresente menor criticidade relativa em comparação aos desafios “z” e “y”, esse fator mantém impacto direto sobre a viabilidade técnica e econômica do sistema.

De forma integrada, os resultados demonstram que os desafios governamentais e regulatórios estão fortemente associados à estrutura institucional e ao ambiente normativo vigente no Brasil. A predominância de fatores econômicos e jurídicos na hierarquização destes desafios indica que a consolidação da construção volumétrica *offsite* depende, de forma decisiva, de reformas tributárias, administrativas e regulatórias que promovam isonomia, segurança jurídica e clareza normativa, criando condições favoráveis à inovação e à expansão sustentável desse sistema construtivo.

4.4.5 *Ranking* geral dos Desafios

Na Figura 37, é apresentado o ranking geral dos desafios, contemplando os IIRs de todos os desafios das categorias apresentadas anteriormente.

Figura 37 - Índice de Importância Relativa: de todas as categorias



Legenda:

- Desafios Técnicos
- Desafios Logísticos
- Desafios Culturais e de Mercado
- Desafios Governamentais e Regulatórios

Fonte: Autora, 2026.

A hierarquização geral dos desafios, com base no Índice de Importância Relativa (IIR), evidencia que os fatores mais críticos para a adoção da construção volumétrica *offsite* no Brasil

estão fortemente associados a questões culturais, técnicas e regulatórias. Cinco desafios apresentam IIR entre 0,80 e 1,00 e, portanto, são considerados prioritários para sua superação, visando à adoção da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

O desafio “n” (transporte de módulos de grande porte) apresentou o maior IIR (0,874), ocupando a primeira posição no *ranking* geral, indicando que as limitações relacionadas ao tamanho, ao peso, à necessidade de rotas especiais e de licenças específicas constituem o principal entrave percebido pelos profissionais. Esse resultado reforça a relevância da logística como fator determinante para a viabilidade do sistema, especialmente em contextos urbanos densos e com infraestrutura viária limitada.

Na sequência, os desafios “t” (resistência cultural) e “h” (escassez de competências, mão de obra qualificada e experiência limitada) ocupam a segunda (IIR = 0,865) e terceira posições (IIR = 0,861), respectivamente. Esses resultados indicam que, além das limitações físicas e operacionais, a difusão da construção volumétrica *offsite* é fortemente condicionada por fatores humanos e organizacionais. A resistência cultural de agentes do setor e de clientes, associada à baixa familiaridade com o sistema e à carência de profissionais capacitados, compromete a confiança, a qualidade da execução e a escalabilidade dessa abordagem construtiva no país.

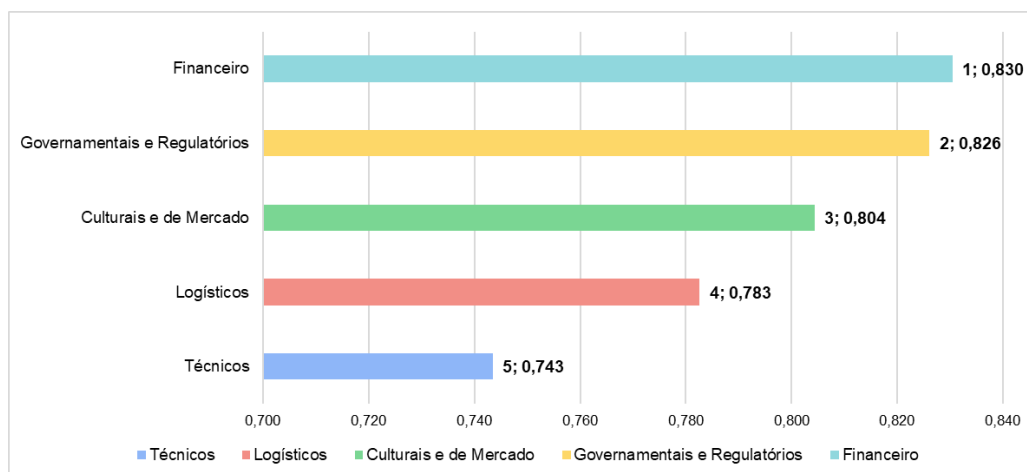
O desafio “z” (falta de isonomia tributária), com IIR de 0,852, evidencia que o ambiente institucional e regulatório exerce influência direta sobre a adoção da construção volumétrica *offsite*. A percepção de desvantagem tributária em relação aos métodos convencionais, somada à ausência de políticas públicas específicas de incentivo e financiamento, limita a competitividade econômica do sistema e aumenta o risco associado ao investimento inicial.

De forma complementar, desafios técnicos como “y” (reformas estruturais e políticas lentas), “g” (falta de códigos e normas padronizadas) e “x” (insegurança jurídica e burocracia) reforçam a interdependência entre aspectos técnicos e regulatórios. Esses fatores contribuem para um cenário de incerteza normativa, dificultando a padronização, a repetibilidade dos projetos e a previsibilidade dos processos, aspectos fundamentais para sistemas industrializados. Em conjunto, os resultados indicam que os desafios da construção volumétrica *offsite* não se concentram em um único domínio, mas decorrem da interação entre logística, cultura, capacitação técnica, financiamento e regulação, o que exige ações integradas para sua superação.

4.4.6 Ranking dos desafios entre categorias

Na Figura 38 é apresentado o *ranking* dos desafios gerais conforme os respectivos IIRS obtidos para estas categorias.

Figura 38 - Índice de Importância Relativa: entre categorias de desafios



Fonte: Autora, 2026.

A análise comparativa dos IIRs entre as categorias de desafios evidencia que os Desafios Financeiros ocupam a posição de maior criticidade ($IIR = 0,830$), seguidos, de forma muito próxima, pelos Desafios Governamentais e Regulatórios ($IIR = 0,826$). Esse resultado indica que a viabilidade econômica da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro está fortemente condicionada a fatores estruturais externos às empresas, como custos iniciais elevados, ausência de incentivos, limitações de financiamento e desvantagens tributárias. A proximidade entre os índices das duas categorias reforça a interdependência entre os aspectos financeiros e o ambiente institucional, sugerindo que desafios regulatórios e fiscais intensificam as restrições econômicas percebidas pelos profissionais do setor.

Na sequência, os Desafios Culturais e de Mercado ($IIR = 0,804$) aparecem como o terceiro grupo mais crítico, o que demonstra que fatores relacionados à resistência cultural, à baixa demanda e às dificuldades de colaboração entre os *stakeholders* ainda exercem influência significativa sobre a adoção da construção volumétrica *offsite*. Embora apresentem menor criticidade relativa em comparação às categorias financeira e regulatória, esses desafios afetam diretamente a aceitação do sistema pelo mercado e a consolidação de modelos de negócio sustentáveis, atuando como entraves à ampliação da escala produtiva.

Os Desafios Logísticos ($IIR = 0,783$) ocupam a quarta posição no *ranking*, indicando relevância moderada no conjunto analisado. Aspectos como transporte de módulos de grande porte, limitações de infraestrutura e restrições na cadeia de suprimentos são reconhecidos como obstáculos importantes, porém percebidos como mais passíveis de mitigação por meio de

planejamento, investimentos específicos e ganhos de maturidade operacional. Por fim, os Desafios Técnicos (IIR = 0,743) apresentaram o menor índice de importância relativa entre as categorias, sugerindo que, embora existam limitações técnicas, estas são consideradas menos restritivas do que os entraves econômicos, institucionais e mercadológicos.

De forma integrada, os resultados indicam que os principais fatores críticos para a difusão da construção volumétrica *offsite* no Brasil concentram-se no ambiente macroestrutural, especialmente nos campos financeiro e regulatório. Esse achado dialoga diretamente com a análise detalhada dos desafios individuais, reforçando que avanços técnicos isolados não são suficientes para impulsionar a adoção do sistema, sendo necessária a atuação coordenada de políticas públicas, instrumentos financeiros e ações de mercado para reduzir os riscos percebidos e criar condições favoráveis à expansão desse modelo construtivo.

4.4.7 *Síntese dos Rankings*

A comparação entre as categorias revela um padrão consistente de hierarquização dos entraves à adoção da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro, no qual sobressaem-se os condicionantes de caráter estrutural e institucional. Os desafios financeiros e os desafios governamentais e regulatórios apresentaram os maiores Índices de Importância Relativa (IIR = 0,830 e IIR = 0,826, respectivamente), configurando-se como os principais fatores limitantes segundo a percepção dos profissionais. Tal evidência indica que a decisão de adotar essa abordagem construtiva extrapola o desempenho técnico do sistema e está fortemente associada à magnitude dos custos iniciais, à inexistência de incentivos econômicos, à insegurança jurídica, à ausência de isonomia tributária e à morosidade dos processos normativos, elementos que ampliam a percepção de risco e reduzem a atratividade do investimento.

Em um patamar intermediário de relevância, situam-se os desafios culturais e de mercado (IIR = 0,804), que refletem dificuldades relacionadas à aceitação do sistema, à demanda limitada e à fragilidade dos mecanismos de colaboração entre os profissionais da cadeia produtiva. Esses aspectos tendem a perpetuar um ciclo de baixa difusão tecnológica, uma vez que a adoção em escala reduzida compromete a maturidade do mercado, restringe os ganhos de produtividade e mantém elevados os custos associados ao sistema. Os desafios logísticos (IIR = 0,783), embora expressivos, têm natureza predominantemente operacional e podem ser mitigados por meio de planejamento integrado, investimentos em infraestrutura adequada e fortalecimento da cadeia de suprimentos. Por sua vez, os desafios técnicos (IIR = 0,743) registraram o menor grau de criticidade relativa, sugerindo que limitações tecnológicas,

de projeto e de capacitação, embora presentes, não constituem o principal obstáculo à difusão da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

De maneira geral, os resultados demonstram que os desafios mais relevantes se concentram para além do domínio puramente técnico, reforçando que o avanço da construção volumétrica *offsite* depende, sobretudo, de mudanças institucionais, econômicas e mercadológicas. Dessa forma, a superação dos entraves identificados exige uma abordagem sistêmica e articulada, envolvendo políticas públicas direcionadas, instrumentos de fomento financeiro, adequações regulatórias e ações voltadas ao desenvolvimento do mercado, com vistas à criação de um ambiente mais favorável à adoção dessa tecnologia construtiva.

À luz dessas constatações, o capítulo subsequente dedica-se à discussão de ações e diretrizes para mitigar os desafios identificados, considerando a hierarquização desses desafios obtida nesta pesquisa. Busca-se, assim, propor ações alinhadas ao grau de criticidade de cada categoria, contribuindo para a formulação de recomendações práticas e fundamentadas que subsidiem a implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira.

4.5 OPORTUNIDADES PARA SUPERAÇÃO DOS DESAFIOS DA CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA *OFFSITE*

Este tópico tem por objetivo apresentar e discutir as ações propostas para superar os desafios identificados na implementação da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira. As ações analisadas foram obtidas a partir das respostas descritivas fornecidas pelos profissionais na etapa final do questionário *Survey*, na qual os participantes foram convidados a indicar alternativas viáveis para enfrentar os principais desafios apontados por eles.

Considerando a estrutura do instrumento de pesquisa e a forma como a questão aberta foi formulada, as ações de superação foram analisadas e organizadas em nível categorial, e não de forma individualizada para cada desafio específico. Essa abordagem permite uma análise mais coerente e consistente, uma vez que as respostas refletem percepções agregadas dos participantes sobre os entraves prioritários de cada categoria de desafios, com base em suas experiências profissionais e em sua visão sistêmica do setor.

A organização das ações seguiu a hierarquização dos desafios previamente obtida por meio do IIR, de modo que, em cada categoria, as propostas de superação são discutidas à luz dos desafios classificados como mais críticos. Dessa forma, busca-se estabelecer uma relação direta entre os resultados quantitativos da pesquisa e as contribuições qualitativas dos profissionais, promovendo uma análise integrada que subsidia a proposição de diretrizes e

caminhos para superar os principais entraves à adoção da construção volumétrica *offsite* no Brasil.

4.5.1 Ações para superação dos Desafios Financeiros

Embora os desafios específicos elencados para esta categoria tenham sido descartados em razão da baixa consistência interna evidenciada pelo valor do coeficiente *alfa de Cronbach*, são descritas as ações para sua superação, com base na opinião dos profissionais consultados, uma vez que, quando consultados de forma ampla, apresentaram maior IIR do que as demais categorias.

As respostas descritivas dos profissionais foram analisadas de forma agregada e interpretadas como ações voltadas à mitigação dos entraves financeiros prioritários da categoria, evidenciando forte convergência quanto à necessidade de uma intervenção governamental estruturada. A proposta de isonomia tributária entre a construção volumétrica *offsite* e a construção convencional foi recorrente, especialmente no que se refere à carga tributária incidente sobre produtos industrializados, como o ICMS e os impostos sobre a venda de sistemas completos, atualmente superiores àqueles incidentes sobre a aquisição de insumos para obras on-site. Essa assimetria foi apontada como fator que distorce a competitividade do modelo *offsite* e limita a atuação de empresas especializadas.

Ademais, os profissionais enfatizaram a criação e a ampliação de linhas de financiamento específicas para a construção industrializada, incluindo crédito com juros reduzidos, prazos compatíveis com o ciclo produtivo *offsite* e modelos de mensuração financeira em fábrica, reconhecendo a natureza distinta desse sistema em relação aos métodos tradicionais. A ausência de instrumentos financeiros adequados foi associada à dificuldade de acesso ao capital por parte de empresas inovadoras, especialmente startups e fabricantes sem histórico prolongado de faturamento, reforçando a necessidade de programas de fomento à inovação tecnológica, fundos de investimento e apoio institucional por meio de órgãos como o BNDES, a Finep e os bancos de desenvolvimento regionais.

Um eixo estratégico amplamente citado refere-se à ampliação da escala produtiva como mecanismo para reduzir os custos unitários e diluir o elevado investimento inicial. Nesse sentido, foram mencionados a padronização de componentes, como módulos sanitários e sistemas repetitivos, a integração da construção volumétrica *offsite* a programas habitacionais de interesse social e o estímulo à demanda contínua por meio de obras públicas. Tais ações dialogam diretamente com o desafio do baixo retorno sobre o investimento (ROI) (c), ao

criarem condições mais favoráveis à previsibilidade financeira e ao retorno de médio e longo prazo.

Outrossim, as respostas indicam que a superação dos desafios financeiros não se limita a instrumentos econômicos, mas também envolve a disseminação do conhecimento e das vantagens econômicas do sistema, como ganhos de produtividade, redução de desperdícios e maior previsibilidade de custos. A divulgação desses benefícios foi indicada como essencial para alterar a percepção do mercado em relação ao elevado investimento inicial, promovendo uma mudança cultural no processo decisório de investidores, clientes e profissionais da cadeia produtiva.

As ações apresentadas no Quadro 20 foram consolidadas a partir da análise agregada das respostas abertas do questionário *Survey* e interpretadas como alternativas prioritárias para mitigar os desafios financeiros mais críticos identificados pelo IIR.

Quadro 20 - Ações para superar os Desafios Financeiros

Eixo estratégico	Ações de superação identificadas
Política tributária e incentivos fiscais	Isonomia tributária entre a construção volumétrica <i>offsite</i> e a construção convencional; redução de impostos sobre produtos e sistemas industrializados; revisão da incidência do ICMS e de tributos sobre a venda de módulos; concessão de incentivos fiscais específicos para sistemas construtivos industrializados.
Financiamento e crédito	Criação de linhas de crédito específicas para construção volumétrica <i>offsite</i> ; financiamento com juros reduzidos e prazos compatíveis com o ciclo produtivo industrial; modelos de financiamento com medição financeira em fábrica; facilitação do acesso ao crédito para startups e empresas inovadoras sem histórico prolongado de faturamento.
Fomento à inovação e P&D	Programas públicos e privados de fomento à inovação tecnológica; apoio financeiro à pesquisa aplicada; fundos de investimento em inovação e capital de risco; estímulo à automação e robotização de baixo custo por centros de pesquisa e universidades.
Escala produtiva e padronização	Ampliação da escala de produção para redução de custos unitários; padronização de componentes e módulos (ex.: banheiros prontos); incentivo à produção seriada; integração da construção volumétrica <i>offsite</i> a programas habitacionais e obras públicas para garantir demanda contínua.
Estruturação da cadeia produtiva	Fortalecimento e integração da cadeia produtiva (fornecedores, fabricantes, construtoras e projetistas); estímulo a parcerias público-privadas (PPPs); criação de redes colaborativas e cooperativas de inovação para compartilhamento de custos e riscos.
Disseminação e valorização econômica do sistema	Divulgação dos ganhos econômicos diretos e indiretos (produtividade, redução de desperdícios, previsibilidade de custos); conscientização do mercado sobre o retorno de médio e longo prazo; mudança da percepção sobre o elevado investimento inicial.

Fonte: Autora, 2026.

De forma integrada, as ações propostas pelos profissionais indicam que a mitigação dos desafios financeiros da construção volumétrica *offsite* depende da articulação entre políticas públicas, instrumentos financeiros adequados, incentivos fiscais, ampliação de escala produtiva

e fortalecimento da cadeia produtiva, criando um ambiente econômico mais favorável à consolidação e à competitividade desse modelo construtivo no contexto brasileiro.

4.5.2 Ações para superação dos Desafios Técnicos

Conforme os resultados do IIR, o desafio “h – Escassez de competências, mão de obra qualificada e experiência limitada no mercado” foi identificado como o principal desafio técnico para a implementação da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro. Esse resultado evidencia que as limitações técnicas não se restringem a aspectos tecnológicos ou construtivos isolados, mas estão fortemente associadas à insuficiência de capital humano especializado, à fragilidade na formação profissional e à baixa maturidade técnica do setor.

Esse desafio central articula-se diretamente com outros entraves técnicos relevantes identificados na pesquisa, como a ausência de normas e códigos específicos (“g”), a limitada capacidade de inovação e de pesquisa aplicada (“l”), falhas na gestão e na integração entre interfaces (“m”) e dificuldades relacionadas ao planejamento e à definição antecipada de sistemas construtivos (“f”). Dessa forma, os desafios técnicos configuram-se como estruturais e sistêmicos, exigindo respostas coordenadas e de médio a longo prazo.

Nota-se forte convergência nas respostas quanto à necessidade de capacitação técnica intensiva, que abrange desde a formação acadêmica até a qualificação operacional e gerencial.

Destacam-se, de forma recorrente, propostas relacionadas à criação de disciplinas específicas sobre construção volumétrica *offsite* em cursos de engenharia e arquitetura, à implantação de cursos técnicos e profissionalizantes, a programas de certificação, a treinamentos contínuos e à maior valorização das etapas de projeto e de planejamento. Além disso, os profissionais enfatizam a carência de literatura aplicada e de pesquisa nacional voltada ao método, o que reforça a necessidade de maior integração entre universidades, centros tecnológicos e o setor produtivo. No Quadro 21 são apresentadas estas ações.

Quadro 21 - Ações para superar os Desafios Técnicos

Eixo estratégico	Ações de superação identificadas
Capacitação e formação profissional	Criação de disciplinas específicas em cursos de engenharia e arquitetura; implantação de cursos técnicos e profissionalizantes; programas de certificação; treinamento contínuo de projetistas, gestores e montadores; valorização da experiência prática aliada à formação teórica.
Valorização do projeto e do planejamento	Reconhecimento do projeto como etapa central do processo <i>offsite</i> ; definição antecipada do sistema construtivo; detalhamento rigoroso; compatibilização de projetos; ampliação do tempo e da remuneração destinados às fases de pré-construção.
Integração digital e gestão técnica	Uso sistemático do BIM para compatibilização, detecção de interferências e integração entre projeto, produção e montagem; melhoria da gestão de interfaces técnicas; fortalecimento da coordenação entre disciplinas
Padronização e normatização técnica	Desenvolvimento de normas técnicas específicas para construção volumétrica <i>offsite</i> ; padronização de interfaces, conexões e componentes; regulamentação de sistemas construtivos inovadores em códigos e normas nacionais.
Pesquisa aplicada e inovação	Programas de pesquisa integrada; parcerias entre a academia e o mercado; desenvolvimento de protótipos e ensaios de desempenho; incentivo à inovação tecnológica e à transferência de conhecimento para o setor produtivo.
Disseminação técnica e mudança cultural	Divulgação de casos de sucesso; ampliação do acesso à informação técnica; conscientização sobre os benefícios do planejamento e da padronização; fortalecimento da cultura industrial no setor da construção civil.

Fonte: Autora, 2026.

As ações identificadas dialogam diretamente com o desafio “h”, na medida em que visam ampliar a base de conhecimento técnico, desenvolver competências especializadas e reduzir a dependência de improvisos no canteiro de obras. A ênfase na adoção do BIM como ferramenta central de integração entre projeto, produção e montagem surge como elemento estruturante, capaz de mitigar falhas de compatibilização, aprimorar a gestão de interfaces e elevar a previsibilidade técnica dos empreendimentos.

Adicionalmente, os profissionais ressaltam a importância da padronização e da normatização técnica, com o desenvolvimento de normas específicas para sistemas volumétricos, ensaios de desempenho, prototipagem e validação técnica das soluções. Essas ações contribuem para aumentar a confiabilidade do sistema, reduzir riscos técnicos e acelerar o processo de aprendizagem organizacional no setor. Assim, a superação dos Desafios Técnicos está intrinsecamente associada à consolidação de um ambiente técnico mais maduro, integrado e orientado ao planejamento antecipado.

4.5.3 Ações para superação dos Desafios Logísticos

De acordo com os resultados do IIR, os desafios logísticos ocuparam a quarta posição no *ranking* geral de criticidade, indicando que, embora não sejam percebidos como os mais críticos quando comparados aos desafios financeiros, regulatórios e culturais, ainda

representam um fator relevante para a viabilidade da construção volumétrica *offsite* no Brasil. Entre os entraves logísticos mais recorrentes, destacam-se as grandes distâncias territoriais, a baixa qualidade da malha rodoviária, os elevados custos de transporte, as restrições legais aplicáveis a cargas especiais e a limitação da infraestrutura urbana para o recebimento, o içamento e a montagem dos módulos.

Esse conjunto de fatores reforça a ideia de que os desafios logísticos estão fortemente condicionados às características geográficas e infraestruturais do país, o que exige soluções que combinem planejamento técnico, adaptação regional e articulação com políticas públicas de infraestrutura e de mobilidade.

Observa-se elevado grau de convergência quanto à centralidade do planejamento logístico antecipado, frequentemente apontado como elemento-chave para mitigar riscos, evitar atrasos e reduzir custos associados ao transporte e à montagem dos módulos.

Destacam-se, de forma recorrente, ações relacionadas à integração da logística ainda na fase de projeto, à realização de estudos prévios de viabilidade de rotas, à definição de dimensões e pesos compatíveis com a infraestrutura disponível e ao uso de tecnologias de rastreamento e controle. Além disso, os profissionais ressaltam a importância de parcerias com operadores logísticos especializados, da qualificação das transportadoras e da melhoria da coordenação entre fabricantes, fornecedores e construtoras.

As ações identificadas dialogam diretamente com os principais desafios logísticos, especialmente os associados às longas distâncias, às restrições de transporte e à inadequação da infraestrutura nacional. A criação de hubs logísticos regionais, a instalação de pequenas fábricas estrategicamente distribuídas e a adoção de modelos híbridos de construção emergem como alternativas relevantes para reduzir deslocamentos de longa distância e aumentar a eficiência operacional.

Com base na análise das respostas dos profissionais, o Quadro 22 apresenta uma síntese das principais ações propostas para superar os desafios logísticos na construção volumétrica *offsite*, organizadas em eixos estratégicos.

Quadro 22 - Ações para superar os Desafios Logísticos

Eixo estratégico	Ações de superação identificadas
Planejamento logístico integrado	Planejamento logístico desde a fase de projeto; estudos prévios de viabilidade de rotas; definição antecipada de dimensões, pesos e restrições de transporte; integração entre produção, transporte e montagem; adoção do planejamento <i>just-in-time</i> .
Infraestrutura e transporte	Investimentos públicos e privados em infraestrutura de transporte; melhoria da malha rodoviária e ampliação do uso das ferrovias; adequação de vias urbanas; flexibilização da legislação para o transporte de cargas especiais.
Regionalização da produção	Criação de hubs logísticos regionais; instalação de pequenas fábricas distribuídas nacionalmente; produção <i>in loco</i> ou próxima ao canteiro; redução de deslocamentos de longa distância.
Tecnologia e controle logístico	Uso de tecnologias de rastreamento (GPS, IoT); sistemas de gestão logística; controle em tempo real da movimentação e da entrega dos módulos; desenvolvimento de <i>racks</i> e de soluções específicas para transporte.
Parcerias e cadeia produtiva	Parcerias com operadores logísticos especializados; qualificação de transportadoras; integração entre fornecedores, fabricantes e construtoras; criação de redes de homologados.
Adequação do canteiro e montagem	Preparação do canteiro para o recebimento dos módulos; planejamento de <i>rigging</i> ⁷ ; escolha de equipamentos adequados para içamento; entrega fracionada e montagem por etapas; horários alternativos de transporte em áreas urbanas.

Fonte: Autora, 2026.

Adicionalmente, os profissionais destacam a necessidade de adequação dos canteiros de obras para o recebimento *just-in-time* dos módulos, do uso de equipamentos compatíveis para içamento e montagem, bem como da flexibilização dos horários de transporte em áreas urbanas. Ainda que alguns respondentes reconheçam que certos desafios logísticos são condicionantes inerentes ao sistema, observa-se consenso de que sua magnitude pode ser significativamente reduzida por meio de planejamento integrado, inovação tecnológica e maior maturidade organizacional das empresas envolvidas.

4.5.4 Ações para superação dos Desafios Culturais e de Mercado

Conforme o *ranking* de criticidade entre as categorias, os desafios culturais e de mercado ocuparam a terceira posição, evidenciando que fatores relacionados à aceitação do sistema, à percepção de valor, à maturidade do mercado e à resistência à mudança exercem influência significativa sobre a difusão da construção volumétrica *offsite*. Ainda que parte dos profissionais relativize seu peso diante de entraves financeiros ou regulatórios, os resultados indicam que desafios culturais continuam a limitar a expansão do mercado, especialmente no

⁷ Planejamento de *rigging* é o processo de planejar tecnicamente uma operação de içamento e movimentação de cargas, garantindo segurança, viabilidade estrutural e eficiência. “*Rigging*” vem do inglês e se refere ao conjunto de técnicas, cálculos e dispositivos usados para içar cargas (guindastes, eslingas, manilhas, cintas, ganchos, balancins etc.).

que se refere à confiança dos consumidores finais, à atuação dos agentes intermediários e à consolidação de uma cadeia produtiva estruturada.

Esse cenário é agravado por um setor historicamente conservador, fortemente ancorado em métodos tradicionais, no qual a inovação costuma ser percebida com cautela, sobretudo quando associada a investimentos iniciais mais elevados ou a modelos construtivos que rompem com a lógica do “tijolo e cimento”.

A leitura das contribuições revela que as ações propostas se concentram majoritariamente em iniciativas voltadas à mudança de percepção, à difusão qualificada do conhecimento e à ampliação da visibilidade do sistema no mercado. Os profissionais destacam que o desconhecimento técnico, tanto por parte do público final quanto de arquitetos, engenheiros, investidores e agentes financeiros, compromete a correta avaliação do custo-benefício da construção *offsite*, reforçando preconceitos relacionados ao preço, à flexibilidade arquitetônica e à durabilidade.

Nesse contexto, ganham relevância iniciativas como campanhas de conscientização, *marketing* de massa, workshops técnicos, visitas a obras executadas e a feiras especializadas, bem como a apresentação sistemática de cases de sucesso e de projetos-piloto. Ressalta-se, ainda, que a comunicação deve ir além da mera divulgação, priorizando informações técnicas consistentes, capazes de demonstrar desempenho, produtividade, qualidade e ganhos sistêmicos ao longo do ciclo de vida da edificação.

Com o objetivo de consolidar visualmente as principais abordagens identificadas pelos profissionais, o Quadro 23 reúne as ações mais recorrentes para superar os desafios culturais e de mercado, organizadas em eixos de atuação.

Quadro 23 - Ações para superar os Desafios Culturais e de Mercado

Eixo estratégico	Ações de superação identificadas
Disseminação do conhecimento	Divulgação técnica qualificada; workshops, cursos rápidos e treinamentos; visitas técnicas a obras executadas; participação em feiras e exposições; promoção de ambientes colaborativos de aprendizagem
Marketing e comunicação	Campanhas de conscientização e de marketing de massa; uso intensivo de mídias digitais; apresentação de cases de sucesso; posicionamento do sistema como solução, e não apenas como método construtivo.
Projetos de referência	Desenvolvimento de projetos-piloto demonstrativos; incentivo a obras públicas e programas habitacionais com sistemas <i>offsite</i> ; criação de empreendimentos-modelo com acesso ao público.
Confiança e credibilidade	Certificações e selos de qualidade; melhoria da segurança jurídica; adequação e criação de normas técnicas específicas; atuação em comitês técnicos.
Estratégias de mercado	Modelos de negócio flexíveis; soluções adaptadas a diferentes perfis de consumidores; parcerias com agentes financeiros e seguradoras; facilitação de linhas de crédito para o consumidor final.
Fortalecimento da cadeia produtiva	Integração entre empresas, projetistas e fornecedores; atração de pequenas e médias empresas; incentivo governamental à expansão da indústria e ao aumento da escala produtiva.

Fonte: Autora, 2026.

As ações elencadas respondem diretamente ao principal desafio cultural identificado: a quebra de paradigmas enraizados no setor da construção civil brasileira, fortemente orientado à comparação imediata de preços e pouco sensível a ganhos indiretos, como a redução de prazos, a previsibilidade, a industrialização de processos e a menor dependência de mão de obra escassa. A percepção de custo elevado, recorrente nas respostas, surge menos como um dado técnico absoluto e mais como reflexo de um mercado ainda imaturo, com baixa escala produtiva e comunicação pouco eficaz de seus diferenciais.

Nesse sentido, a ampliação da aceitação do sistema passa, necessariamente, pela consolidação de uma cadeia produtiva robusta, pelo envolvimento ativo do poder público — sobretudo por meio de projetos de referência e programas habitacionais — e pelo reposicionamento da construção *offsite* como solução integrada, e não apenas como método construtivo alternativo. Ao deslocar o foco da “forma de construir” para a “solução entregue”, cria-se um ambiente mais favorável à adoção do sistema e à expansão de seus nichos de mercado.

4.5.5 Ações para superação dos Desafios Governamentais e Regulatórios

De acordo com o *ranking* dos IIRs por categoria, os Desafios Governamentais e Regulatórios ocuparam a segunda posição em grau de criticidade, evidenciando seu papel estruturante na viabilização da construção volumétrica *offsite* no contexto brasileiro. Os resultados indicam que entraves relacionados à carga tributária, à ausência de isonomia entre

os sistemas construtivos, à burocracia nos processos de licenciamento e à fragilidade do arcabouço normativo configuram obstáculos sistêmicos que extrapolam o âmbito técnico-operacional das empresas e dependem, majoritariamente, de decisões institucionais e de políticas públicas.

Nesse sentido, diferentemente de desafios passíveis de mitigação interna, os fatores governamentais e regulatórios exercem influência transversal sobre toda a cadeia produtiva, condicionando custos, prazos, competitividade e segurança jurídica do setor.

As contribuições dos profissionais convergem para a percepção de que a falta de isonomia tributária entre a construção industrializada e a construção convencional *in loco* constitui o principal entrave regulatório à expansão do sistema. A incidência cumulativa de impostos sobre produtos industrializados, aliada à guerra fiscal entre os entes federativos, compromete a competitividade econômica da construção *offsite* e desestimula a entrada de novos agentes no mercado.

Além do aspecto tributário, os profissionais apontam lacunas normativas relevantes, como a inexistência ou a insuficiência de normas técnicas específicas, a ausência de reconhecimento formal do sistema nos códigos de obras municipais e a morosidade nos processos de licenciamento. Observa-se também uma forte crítica à baixa capacidade do poder público de atuar de forma coordenada, técnica e contínua, sobretudo no curto prazo, mesmo diante de potenciais avanços associados à reforma tributária em curso.

Com o objetivo de sistematizar visualmente os principais caminhos apontados para a superação dos entraves governamentais e regulatórios, o Quadro 24 apresenta a consolidação das ações identificadas, organizadas segundo seus eixos de atuação predominantes.

Quadro 24 - Ações para superar os Desafios Governamentais e Regulatórios

Eixo estratégico	Ações de superação identificadas
Isonomia tributária	Equiparação da carga tributária entre construção <i>offsite</i> e on-site; revisão da incidência de impostos sobre módulos industrializados; mitigação da guerra fiscal entre os entes federativos.
Normatização técnica	Criação e atualização de normas técnicas específicas; padronização de sistemas construtivos; regulamentação de montagem, desmontagem e desempenho dos módulos
Licenciamento e segurança jurídica	Reconhecimento da construção <i>offsite</i> nos códigos de obras municipais; simplificação dos processos de aprovação e licenciamento; definição de regras claras e previsíveis para o setor.
Políticas públicas e incentivos	Programas de incentivo fiscal e tributário; inserção da construção industrializada em obras públicas e na habitação de interesse social; fomento à certificação de sistemas e componentes.
Articulação institucional	Atuação junto à ABNT, CONFEA/CREA e órgãos técnicos; participação em fóruns e comissões setoriais; criação e fortalecimento de associações de classe.
Ambiente econômico e produtivo	Modelos tributários e de negócio adaptados; crédito irrigado para a cadeia produtiva; estímulo à industrialização como instrumento de redução de custos e de ganho de eficiência.

Fonte: Autora, 2026.

As ações propostas articulam-se diretamente com o desafio regulatório central: a necessidade de criar um ambiente institucional previsível, tecnicamente fundamentado e economicamente equilibrado para a construção industrializada. Nesse contexto, destacam-se ações voltadas à criação e atualização de normas técnicas específicas, ao reconhecimento formal do sistema nos marcos legais urbanos, à simplificação de procedimentos de aprovação e à adoção de políticas públicas de incentivo à industrialização da construção.

Outro ponto recorrente refere-se à importância da atuação coletiva do setor, por meio de associações de classe, entidades técnicas e da participação ativa em comissões normativas (ABNT, CONFEA/CREA, fóruns setoriais), como estratégia para ampliar a representatividade técnica e reduzir a fragmentação institucional. Complementarmente, os profissionais ressaltam que a inserção da construção *offsite* em obras públicas, programas habitacionais e licitações governamentais pode desempenhar um papel indutor relevante, ao gerar demanda, escala produtiva e maior estabilidade regulatória.

4.5.6 Síntese integrada das ações de superação dos desafios

A consolidação dos resultados evidencia que os desafios associados à construção volumétrica *offsite* configuram um conjunto sistêmico de desafios interdependentes, cuja superação exige abordagens articuladas e de longo prazo. A hierarquização por meio do IIR permite concluir que fatores financeiros, regulatórios e institucionais desempenham um papel

determinante na viabilidade do modelo, influenciando diretamente a aceitação de mercado, a estrutura logística e o desenvolvimento técnico do setor.

No topo do *ranking*, os desafios financeiros concentram ações fortemente associadas à atuação do Estado e ao ambiente macroeconômico, com ênfase na isonomia tributária, na ampliação de linhas de crédito específicas, em incentivos fiscais e em programas de fomento à inovação. Essas medidas aparecem intimamente relacionadas à necessidade de ganho de escala produtiva, à padronização de sistemas e à inserção da construção *offsite* em programas habitacionais e em obras públicas, condição essencial para reduzir custos unitários e aumentar a previsibilidade econômica dos empreendimentos.

Em seguida, os desafios governamentais e regulatórios reforçam a centralidade de marcos normativos claros e da segurança jurídica como vetores de competitividade. As ações propostas convergem para a criação de normas técnicas específicas, o reconhecimento formal do sistema nos códigos de obras, a simplificação dos processos de licenciamento e o fortalecimento da articulação institucional do setor. Observa-se que tais ações têm efeito transversal, impactando não apenas a regulação, mas também os riscos financeiros e a atratividade do modelo industrializado.

Os desafios culturais e de mercado dependem fortemente da difusão do conhecimento e da construção de confiança junto aos decisores e ao consumidor final. As ações priorizam a divulgação técnica qualificada, a exposição de casos de sucesso, a implementação de projetos-piloto e a capacitação de especificadores, além do desenvolvimento de modelos de negócio e de soluções financeiras mais alinhados às expectativas do mercado. A aceitação do sistema revela-se, portanto, menos associada ao método construtivo em si e mais à percepção de valor, desempenho e confiabilidade.

No âmbito logístico, as ações indicam que a viabilidade da construção volumétrica *offsite* está diretamente condicionada ao planejamento integrado desde a fase de projeto. Destacam-se ações voltadas à análise prévia de rotas, à criação de hubs regionais, à descentralização fabril, à adoção de sistemas *just-in-time* e ao uso de tecnologias de rastreamento, especialmente relevantes em um contexto territorial extenso e de infraestrutura heterogênea.

Por fim, embora os desafios técnicos ocupem posição inferior no *ranking* agregado, sua relevância estrutural permanece evidente. As ações enfatizam a formação especializada de profissionais, a integração entre projeto e produção, a adoção sistemática do BIM, a padronização de interfaces e o fortalecimento da pesquisa aplicada, elementos indispensáveis para sustentar ganhos de produtividade, qualidade e confiabilidade ao longo do tempo. O

Quadro 25 apresenta a consolidação das ações identificadas, organizadas segundo seus eixos de atuação predominantes.

Quadro 25 - resumo dos desafios mais críticos e ações prioritárias de superação

Ordem (IIR)	Categoria de desafio	Principais desafios críticos	Ações prioritárias de superação
1º	Financeiros	-	Isonomia tributária; linhas de crédito específicas; incentivos fiscais; programas de fomento à inovação; padronização e ganho de escala; inserção em obras públicas e Habitação de Interesse Social
2º	Governamentais e Regulatórios	Insegurança jurídica; ausência de normas específicas; burocracia	Criação e atualização de normas técnicas; reconhecimento nos códigos de obras; simplificação do licenciamento; políticas públicas de incentivo; atuação institucional do setor
3º	Culturais e de Mercado	Resistência cultural; baixa demanda; falta de confiança	Divulgação técnica qualificada; projetos-piloto; exposição de cases; capacitação de decisores; modelos de negócio flexíveis; parcerias com agentes financeiros
4º	Logísticos	Transporte de módulos; infraestrutura limitada; prazos	Planejamento logístico desde o projeto; estudos de rotas; hubs regionais; fábricas descentralizadas; <i>just in time</i> ; tecnologias de rastreamento
5º	Técnicos	Escassez de competências; falta de normatização; integração deficiente	Capacitação especializada; BIM integrado; padronização de sistemas; pesquisa aplicada; ensaios de desempenho; valorização do projeto

Fonte: Autora, 2026.

De forma conclusiva, os resultados demonstram que a superação dos desafios à adoção da construção volumétrica *offsite* não depende de soluções isoladas, mas de um arranjo coordenado de ações técnicas, institucionais e econômicas. A maturidade do setor está condicionada à convergência entre políticas públicas, capacitação profissional, estrutura produtiva e aceitação de mercado, com destaque para o papel indutor do Estado nos desafios mais críticos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo geral levantar e analisar os principais desafios à adoção da construção volumétrica *offsite* na construção civil brasileira, a partir da percepção de profissionais da cadeia produtiva, bem como identificar ações para sua superação, visando ganhos de eficiência, qualidade e sustentabilidade, por meio da metodologia *Survey*. Os resultados obtidos permitem afirmar que esse objetivo foi plenamente alcançado, oferecendo uma visão estruturada, hierarquizada e aplicada sobre o tema.

No que se refere aos objetivos específicos, a pesquisa possibilitou identificar e classificar os desafios financeiros, técnicos, logísticos, culturais e de mercado, bem como os governamentais e regulatórios, combinando revisão bibliográfica sistemática e evidências empíricas coletadas junto a profissionais do setor. A aplicação do IIR viabilizou a elaboração de *rankings* comparativos, evidenciando que os desafios específicos “n) Transporte de módulos de grande porte” (Categoria Desafios Logísticos), “t) Resistência cultural” (Categoria Desafios Culturais e de Mercado), “h) Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado” (Categoria Desafios Técnicos); “z) Falta de Isonomia Tributária e y) Reformas estruturais, administrativas e políticas lentas” (Categoria Desafios Governamentais e Regulatórios) são o mais significativos na opinião dos profissionais do mercado da ICC.

Em termos gerais, os Desafios Financeiros, Desafios Governamentais e Regulatórios e Desafios Culturais e de Mercado assumem papel central na viabilidade da construção volumétrica *offsite* no contexto nacional, atingindo um IIR acima de 0,800, seguidos pelos Desafios Logísticos e Desafios Técnicos, ambos abaixo desse nível de IIR, porém próximos.

Adicionalmente, a investigação permitiu mapear os benefícios potenciais da adoção do método, amplamente reconhecidos pelos profissionais quanto à produtividade, previsibilidade, redução de desperdícios, melhoria da qualidade construtiva e do desempenho ambiental. Esses benefícios, contudo, mostraram-se condicionados à superação de desafios estruturais que extrapolam o canteiro de obras e envolvem o ambiente institucional, a maturidade da cadeia produtiva e o arcabouço normativo vigente.

A análise comparativa entre desafios e ações de superação indicadas pelos profissionais revelou um elevado grau de convergência quanto à necessidade de ações coordenadas, especialmente no âmbito das políticas públicas, da isonomia tributária, da ampliação do acesso ao financiamento, da capacitação técnica especializada e do fortalecimento da integração entre projeto, produção e logística. Nesse sentido, as ações propostas não se configuram como soluções pontuais, mas sim como componentes de um processo sistêmico de transformação do setor.

Essas conclusões dialogam diretamente com as reflexões apresentadas no *workshop* promovido pela CBIC e pelo SENAI (2025), que destacou a urgência de acelerar a industrialização da construção no Brasil por meio da articulação entre governo, entidades setoriais, academia e profissionais. Assim como apontado neste estudo, o evento ressaltou que a fragmentação da cadeia produtiva, a baixa padronização e a fragilidade das políticas de inovação constituem entraves relevantes, cuja superação é condição necessária para que a industrialização contribua efetivamente para a redução de custos, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade e da sustentabilidade das edificações.

Por fim, conclui-se que a construção volumétrica *offsite* apresenta potencial significativo para responder aos desafios contemporâneos da construção civil brasileira, incluindo o *déficit habitacional*, a *escassez de mão de obra* e as pressões por maior desempenho ambiental. Todavia, sua consolidação depende da implementação de ações integradas, capazes de alinhar a regulação, o financiamento, a capacitação profissional e a estrutura produtiva. Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para o avanço do debate técnico e institucional, apoiando decisões estratégicas de formuladores de políticas públicas, empresas e demais agentes envolvidos na transição para um modelo construtivo mais industrializado, eficiente e sustentável.

6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como continuidade desta pesquisa, recomenda-se o desenvolvimento de estudos que aprofundem a análise da **construção volumétrica *offsite*** no contexto brasileiro por meio de diferentes abordagens. Destacam-se a realização de **estudos de caso em empreendimentos reais**, permitindo avaliar, na prática, aspectos como viabilidade econômica, produtividade, prazos e desempenho construtivo; a ampliação da amostra em pesquisas do tipo *Survey*, possibilitando **análises comparativas entre diferentes perfis de profissionais e segmentos da cadeia produtiva**; e a condução de **análises quantitativas mais robustas**, incluindo modelagens estatísticas que investiguem relações entre variáveis. Além disso, sugere-se explorar **comparações entre diferentes sistemas construtivos industrializados**, como a painelização e a modularização, bem como investigar os **impactos da reforma tributária e de políticas públicas** na adoção desses métodos. Por fim, estudos voltados à **integração entre projeto, produção e montagem**, incluindo o uso de tecnologias digitais, como BIM e automação, podem contribuir para ampliar a compreensão das condições necessárias à consolidação da industrialização da construção no Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABDELMAGEED, S.; ZAYED, T. **Integrated modular construction: a literature review and future directions**. Journal of Cleaner Production, v. 277, art. 124044, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124044>.
- AGAPIOU, A. **An exploration of the best value perceptions of small housebuilding developers towards *offsite* construction**. Sustainability, v. 13, n. 7, p. 4054, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13074054>.
- AGAPIOU, A. **Barriers to *offsite* construction adoption: a quantitative study among housing associations in England**. Buildings, v. 12, n. 3, p. 283, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12030283>.
- AHMED, S. **Barriers to the implementation of building information modeling (BIM) in the construction industry: a review**. Journal of Civil Engineering and Construction, v. 7, n. 2, p. 107–113, 2018. DOI: <https://doi.org/10.32732/jceec.2018.7.2.107>.
- ALONSO-ZANDARI, S.; FLORES, D. Prefabrication in the UK housing construction industry. In: *ZEMCH 2016 Conference*. Kuala Lumpur, 2016. Anais... 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/314075466>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2017.
- ATTOURI, E. *et al.* **The current use of industrialized construction techniques in France: benefits, limits and future expectations**. Cleaner Engineering and Technology, art. 100436, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100436>.
- BARTON, C.; WILSON, W. *Lidando com a Suboferta de Moradia na Inglaterra*. Parlamento do Reino Unido, Londres, 2021.
- BENDI, D. *et al.* **Understanding off-site readiness in Indian construction organisations**. Construction Innovation, v. 21, n. 1, p. 105–122, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/CI-02-2020-0016>.
- BERTRAM, N. *et al.* **Modular construction: From projects to products**. McKinsey & Company: Capital Projects & Infrastructure, p. 1-34, 2019.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. *Ações para industrialização da construção são debatidas em workshop da CBIC e do SENAI*. 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/>. Acesso em: 18 set. 2025.
- CARDOSO, L. R. de A. *et al.* **Prospecção de futuro e método Delphi: uma aplicação para a cadeia produtiva da construção habitacional**. Ambiente Construído, v. 5, n. 3, p. 63–76, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- CHAN, D. W. *et al.* **Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: the case of Hong Kong**. Journal of Building

Engineering, v. 25, art. 100764, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100764>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CHANDRA, S. S. *et al.* **Assessing factors affecting construction equipment productivity using structural equation modeling.** Buildings, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings13020502>. Acesso em 02 jun. 2023.

COLLINS, J. Incorporating BIM into architectural precast concrete manufacturing. In: International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Auburn, AL, USA, 18–21 July 2016. p. 1.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. CBGDP, Porto Alegre/RS. Vol 8, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267380020_Roteiro_para_Revisao_Bibliografica_Sistemica_Aplicacao_no_Desenvolvimento_de_Produtos_e_Gerenciamento_de_Projetos. Acesso em: 02 set. 2023.

CORTINA, J. M. **What is coefficient alpha: an examination of theory and applications.** Journal of Applied Psychology, v. 78, n. 1, p. 98–104, 1993. DOI: 10.1037/0021-9010.78.1.98.

DALMORO, M.; KELMARA, M. V. **Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?** RGO – Revista Gestão Organizacional, v. 6, n. 3, 2014. DOI: <https://doi.org/10.22277/rgo.v6i3.1386>. Acesso em: 19 abr. 2024.

DECHEN, K. A Construção Modular vai dar certo no Brasil?. Terracotta Ventures, 2023. Disponível em: <https://www.terracotta.ventures/blog/a-construcao-modular-vai-dar-certo-no-brasil>. Acesso em: 20 nov. 2023.

DELGADO, J. M. D. *et al.* **Robotics and automated systems in construction: understanding industry-specific challenges for adoption.** Journal of Building Engineering, v. 26, art. 100868, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100868>.

FERNANDEZ-VIAGAS, V.; FRAMIÑAN, J. M. **An iterative limited-search greedy algorithm for the distributed permutation flowshop scheduling problem.** International Journal of Production Research, v. 53, p. 1111–1123, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.939930>.

FERREIRA, T. C. *Produção e customização na construção volumétrica offsite: estudos de caso no Reino Unido.* 2024. 324 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2024.

GIL, A. C.; REIS NETO, A. C. **Pesquisa de experiência como pesquisa qualitativa básica em administração.** Revista de Ciências da Administração, v. 22, e74026, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2020.e74026>.

GINIGADDARA, B. *et al.* **Typologies of offsite construction**. Proceedings of the World Construction Symposium, p. 567–577, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31705/WCS.2019.56>. Acesso em: 25 mar. 2024.

GREEN, S. B.; LISSITZ, R. W.; MULAİK, S. A. **Limitations of coefficient alpha as an index of test unidimensionality**. Educational and Psychological Measurement, v. 37, p. 827–838, 1977. DOI: 10.1177/001316447703700403.

GREEN, S. B.; THOMPSON, M. S. Structural equation modeling in clinical psychology research. In: ROBERTS, M.; ILARDI, S. (org.). **Handbook of research in clinical psychology**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2005.

JACOBY, S. Type versus typology Introduction. The Journal of Architecture, v. 20, n. 6, p. 931–937, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13602365.2015.1115600>. Acesso em: 25 mar. 2024.

JAILLON, L.; POON, C. S. **Design issues of using prefabrication in Hong Kong building construction**. Construction Management and Economics, v. 28, n. 10, p. 1025–1042, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/01446193.2010.498481>.

KINEBER, A. F. *et al.* **Cyber technology implementation barriers for sustainable buildings**. *Buildings*, v. 13, p. 1052, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings13041052>. Acesso em: 03 Jun. 2023.

LI, C. Z. *et al.* **An IoT-enabled BIM platform for on-site assembly services in prefabricated construction**. *Automation in Construction*, v. 89, p. 146–161, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.01.007>.

LI, H. X.; LUTHER, M.; MILLS, A. Pré-fabricação no contexto australiano. In: *Anais do 2017 Modular and Offsite Construction Summit e do 2º Simpósio Internacional sobre Tecnologia de Construção Industrializada*, Xangai, China, 10–12 nov. 2017.

LI, L. *et al.* **A new framework of industrialized construction in China**. *Journal of Cleaner Production*, v. 244, art. 118469, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118469>. Acesso em: 25 mar. 2024.

LI, M. **Investigation on the severity of barriers to modular construction adoption**. *Computational Modeling in Engineering & Sciences*, v. 137, n. 3, p. 2465–2493, 2023. DOI: <https://doi.org/10.32604/cmcs.2023.026827>.

LI, X., *et al.* Integrating Building Information Modeling and Prefabrication Housing Production, *Automation in Construction*. Volume 100, , Pages 46–60, ISSN 0926-5805, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.024>. Acesso em: 20 nov. 2023.

LIEW, J.; CHUA, Y.; DAI, Z. Steel–Concrete Composite Systems for Modular Buildings. In: *Modular Systems for Energy Efficient Buildings*, Elsevier, 2019. p. 135–149. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812816-6.00007-1>.

LIN, S.-W.; YING, K.-C. Minimizing makespan to solve the distributed non-delay flowshop scheduling problem. *Computers & Industrial Engineering*, v. 99, p. 202–209, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.05.048>.

MAO, C. *et al.* Análise de custos para construção sustentável fora do local com base em um estudo de casos múltiplos na China. *Habitat International*, v. 57, p. 215–222, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.07.002>.

MAO, C. *et al.* **Critical barriers to off-site construction: the developer's perspective.** *Journal of Management in Engineering*, v. 31, art. 04014043, 2015. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000306](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000306).

MARINELLI, M. *et al.* **Evaluation of barriers and strategies for the enhancement of offsite construction in India.** *Sustainability*, v. 14, n. 11, p. 6595, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14116595>.

MELO, R. S. S. de; MEDEIROS, J. S. (2022). Lessons Learned from adopting modular construction in Brazil: A startup journey. *Modular and Offsite Construction (MOC) Summit Proceedings*, 1(1), 1–8. <https://journalofindustrializedconstruction.com/index.php/mocs/article/view/265>

MILES, J.; WHITEHOUSE, N. *Offsite Housing Review*. Construction Industry Council, 2013. Disponível em: <http://cic.org.uk/download.php?f=offsite-housing-review-feb-2013-for-web.pdf>.

NAO. *Using Modern Methods of Construction to Build Homes More Quickly and Efficiently*. National Audit Office, 2005. Disponível em: <https://www.nao.org.uk/report/using-modern-methods-of-construction-to-build-homes-more-quickly-and-efficiently/>.

O'NEILL, G., *et al.* Toward automated virtual assembly for prefabricated construction: construction sequencing through simulated BIM. In: *Construction Research Congress 2020*. Reston, VA: American Society of Civil Engineers. p. 802-811, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.06695>. Acesso em: 05 nov. 2023.

OBI, L. I. *et al.* **Establishing interrelationships and dependencies of critical success factors for implementing offsite construction in the UK.** *Smart and Sustainable Built Environment*, v. 14, n. 3, p. 810–834, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2023-0118>.

OFORI-KURAGU, J. K.; OSEI-KYEI, R.; WANIGARATHNA, N. *Offsite Construction Methods-What We Learned from the UK Housing Sector*. *Infrastructures*, 7, 164, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/infrastructures7120164>. Acesso em: 02 jun. 2023.

OLIVEIRA, A. S. *Gestão de Projetos de Inovação para Industrialização da Construção Civil*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2024.

OLIVEIRA, P. *As barreiras para o Brasil viável: Construção Off-Site, Construção Industrializada, Construção Modular*. Building, Construliga, C3 – Clube da Construção Civil,

978-65-00-55744-2, 2022. Disponível em: <https://brasilviavel.com.br/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

PAN, W.; GIBB, A. G. F.; DAINITY, A. R. J. **Perspectivas de construtoras do Reino Unido sobre o uso de métodos modernos de construção fora do local.** *Construction Management and Economics*, v. 25, p. 183–194, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/01446190600827058>.

PARTHASARATHY, M. K.; MURUGASAN, R.; MURUGESAN, K. **A critical review of factors affecting manpower and equipment productivity.** *Journal of Construction in Developing Countries*, v. 22, supl. 1, p. 1–18, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21315/jcdc2017.22.suppl.1>. Acesso em: 22 nov. 2023.

PERVEZ, H. *et al.* Avaliação de fatores críticos de risco na implementação da construção modular. *PLoS ONE*, v. 17, n. 8, e0272448, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272448>.

PERVEZ, H. *et al.* **Critical risk factors in modular construction implementation.** *PLoS ONE*, v. 17, n. 8, e0272448, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272448>.

RAHMAN, M. M. **Barriers to implementing modern methods of construction.** *Journal of Management in Engineering*, v. 30, n. 1, p. 69–77, 2014. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000173](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000173).

RAJANAYAGAM, H. *et al.* **A state-of-the-art review on modular building connections.** *Structures*, v. 34, p. 1903–1922, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.08.114>.

RIBEIRO, A. M.; ARANTES, A.; CRUZ, C. O. **Barreiras à adoção da construção modular em Portugal.** *Buildings*, v. 12, n. 10, p. 1509, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12101509>.

SCHOENBORN, J. A case study approach to identify constraints and barriers to innovation in modular construction design. Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA, 2012.

SERUGGA, J. *et al.* **Key influences in offsite construction cost modelling.** *Architectural Engineering and Design Management*, v. 20, n. 6, p. 1335–1356, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/17452007.2023.2282127>.

SUN, Y. *et al.* **Constraints hindering the development of high-rise modular buildings.** *Applied Sciences*, v. 10, n. 20, p. 7159, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10207159>.

SUTRISNA, M. *et al.* **Investigating offsite housing costs in Western Australia.** *International Journal of Housing Markets and Analysis*, v. 12, p. 5–24, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJHMA-06-2018-0045>.

TAN, T. *et al.* **Barriers to BIM implementation in China's prefabricated construction.** *Journal of Cleaner Production*, v. 219, p. 949–959, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.141>. Acesso em: 20 nov. 2023

TAPIA, D. *et al.* **A new offsite construction method for social housing in emerging economies.** *Sustainability*, v. 15, n. 24, p. 16922, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su152416922>.

TAVAKOL, M.; DENNICK, R. **Making sense of Cronbach's alpha.** *International Journal of Medical Education*, v. 2, p. 53–55, 2011. DOI: 10.5116/ijme.4dfb.8dfd.

THURAIRAJAH, N. *et al.* **Unexpected challenges in the modular construction implementation.** *Sustainability*, v. 15, n. 10, art. 8105, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15108105>.

ULLAH, K., LILL, I., WITT, E. An Overview of BIM Adoption in the Construction Industry: Benefits and Barriers. Emerald Reach Proceedings Series, Vol. 2. p. 297-303, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/S2516-285320190000002052>. Acesso em: 05 nov. 2023.

WANG, Q. *et al.* **Barriers and strategies to promote prefabricated buildings in China.** *Buildings*, v. 13, n. 5, p. 1200, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings13051200>.

WU, P. *et al.* **Analysis of barriers to BIM implementation for industrialized building construction.** *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 27, n. 1, p. 1–13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.14105>. Acesso em: 03 jun. 2023.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q. **Barriers to integrated modular construction adoption: a systematic review and meta-analysis.** *Journal of Cleaner Production*, v. 249, art. 119347, 2020.

YUAN, Z.; SUN, C.; WANG, Y. **Design for manufacture and assembly-oriented parametric design of prefabricated buildings.** *Automation in Construction*, v. 88, p. 13–22, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.027>.

ZHANG, W. *et al.* **The hindrance to the use of prefabrication in Hong Kong building industry.** *Journal of Cleaner Production*, v. 204, p. 70–81, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.168>.

ZHANG, X.; SKITMORE, M.; PENG, Y. **Challenges of industrialized residential construction in China.** *Habitat International*, v. 41, p. 176–184, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.08.003>.

ZHANG, Z. *et al.* **Current status of prefabricated construction use in Australia.** *Buildings*, v. 12, n. 9, p. 1355, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12091355>.

ZHONG, R. Y. *et al.* **Prefabricated construction enabled by the Internet of Things.** *Automation in Construction*, v. 76, p. 59–70, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.009>.

APÊNDICE – A – QUESTIONÁRIO *SURVEY* APLICADO**Survey - Desafios à Implementação da Construção Volumétrica *Offsite* no Brasil**

Prezado(a) participante,

Esta pesquisa visa identificar as principais barreiras que dificultam a adoção da **Construção Volumétrica *Offsite*** na Construção Civil Brasileira. Este método construtivo, baseado na fabricação de módulos em ambientes controlados e posterior montagem no local da obra, oferece diversos benefícios, como maior controle de qualidade, redução de desperdícios e prazos de execução mais curtos. Contudo, sua implementação ainda enfrenta desafios específicos no Brasil.

Sua participação é essencial para podermos compreender, a partir de opiniões e experiências práticas, os fatores que impactam esse cenário. Os resultados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, garantindo total confidencialidade. Agradecemos desde já pelo seu tempo e colaboração, fundamentais para o sucesso desta pesquisa.

Caso tenha dúvidas, estamos à disposição para esclarecimentos por meio do telefone (69) 98135-4682 ou pelo e-mail: liza@estudante.ufscar.br.

Obs1.: Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFSCar, que, vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem a responsabilidade de garantir e fiscalizar que todas as pesquisas científicas com seres humanos obedeçam às normas éticas do País, e que os participantes de pesquisa tenham todos os seus direitos respeitados.

Obs2.: Este formulário leva 10min para ser finalizado e, é composto por três partes, sendo a primeira a caracterização do perfil do profissional respondente, a segunda a característica da entidade/empresa que atua e, a terceira, a coleta de opiniões consoantes a sua experiência e conhecimento no setor.

Se deseja participar, por favor, leia o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

DOCUMENTO: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar voluntariamente de uma pesquisa acadêmica. Leia atentamente as informações a seguir. Caso aceite participar do estudo, assinale "Concordo com o TCLE e desejo participar da pesquisa" ao final deste documento. A recusa em participar não acarretará nenhuma penalidade.

Número do CAAE: 85961225.2.0000.5504

1. Objetivo da Pesquisa

Esta pesquisa faz parte de um estudo de mestrado e tem por objetivo **identificar e analisar os desafios e oportunidades para a implementação da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira**, sob a ótica de especialistas e profissionais do setor.

2. Importância da Pesquisa

Ao participar deste estudo, você contribuirá para um melhor entendimento sobre os principais desafios enfrentados pela construção volumétrica offsite no Brasil. Os resultados poderão auxiliar na formulação de estratégias para superar barreiras e fomentar o uso dessa tecnologia, impactando positivamente a eficiência, qualidade e sustentabilidade do setor.

3. Participação na Pesquisa

- Sua participação consistirá no preenchimento de um **questionário online**, onde serão abordados aspectos técnicos, culturais, financeiros, regulatórios e logísticos da construção volumétrica offsite.
- O tempo estimado para o preenchimento do questionário é de aproximadamente **10 minutos**.

4. Privacidade e Confidencialidade

- O principal risco da participação na pesquisa é a exposição das informações fornecidas. No entanto, **não serão coletadas informações que possam identificá-lo(a) individualmente**.
- Apenas o pesquisador responsável terá acesso aos dados, que serão armazenados com segurança na plataforma Google Forms até a conclusão da pesquisa.
- Os dados coletados serão analisados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

5. Direitos do Participante

- Você **não terá nenhuma despesa** para participar desta pesquisa.
- Você **não é obrigado(a) a responder todas as questões**, apenas aquelas em que se sentir confortável.
- Você poderá **desistir da pesquisa a qualquer momento**, sem necessidade de justificativa.
- Caso tenha interesse, os principais resultados da pesquisa poderão ser enviados por e-mail. Para isso, informe seu e-mail ao final deste termo.

6. Contato para Dúvidas

Caso tenha qualquer dúvida sobre a pesquisa, entre em contato com o pesquisador responsável pelo telefone (69)981354682 ou e-mail liza@estudante.ufscar.br. Se desejar informações sobre a integridade ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCar pelo E-mail: cephumanos@ufscar.br. Telefone (16) 3351-9685. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30. O CEP-UFSCar funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís, km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos - SP.

Diante dos esclarecimentos prestados,

- ☒ Concordo com o TCLE e desejo participar da pesquisa
- ☐ Não tenho interesse em participar da pesquisa



Survey - Desafios à Implementação da Construção Volumétrica *Offsite* no Brasil

liza@estudante.ufscar.br [Mudar de conta](#)

✉ Não compartilhado

BREVE INTRODUÇÃO SOBRE O TEMA

A **Construção Volumétrica *Offsite*** é uma forma de construção constituída por módulos pré-fabricados com possibilidade de acabamentos completos, incluindo instalações elétricas, hidráulicas e decoração.

Exemplos: unidades habitacionais modulares, salas técnicas pré-fabricadas, hotéis modulares (quartos fabricados e montados no local), hospitais (módulos prontos para salas e enfermarias).

Seus **benefícios** incluem maior controle de qualidade, redução de desperdícios, prazos de execução mais curtos, menor impacto ambiental, entre outros.

A pesquisa visa identificar os principais desafios e barreiras que dificultam a adoção da **Construção Volumétrica *Offsite*** na Construção Civil Brasileira.

[Voltar](#) [Avançar](#) [Limpar formulário](#)

CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DO PROFISSIONAL

Nesta seção são solicitadas algumas informações básicas sobre o seu perfil profissional. Todas as respostas serão tratadas de forma confidencial e utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

Qual é o seu grau de formação acadêmica? *

☐ Graduação
☐ Especialização
☐ Mestrado
☐ Doutorado
☐ Outro: _____

Especifique sua área de formação *

Sua resposta _____

Em qual área do setor de construção civil você atua predominantemente? *

☐ Planejamento e Gestão de Obras
☐ Projeto Arquitetônico ou de Engenharia
☐ Produção e Montagem de Estruturas
☐ Manutenção e Operação
☐ Consultoria e Assessoria
☐ Pesquisa e Desenvolvimento
☐ Outro: _____

Há quanto tempo você atua no setor de construção civil? *

☐ Menos de 1 ano
☐ De 1 a 5 anos
☐ De 6 a 10 anos
☐ De 11 a 15 anos
☐ Mais de 15 anos

Qual é o seu nível de experiência com métodos construtivos *offsite*? *
(marque uma ou mais opções)

☐ Nenhuma experiência
☐ Conhecimento teórico, mas sem experiência prática
☐ Experiência em pequenos projetos de construção *offsite*
☐ Experiência em projetos de médio porte com construção *offsite*
☐ Experiência em projetos de grande porte com construção *offsite*

Qual é o seu nível de conhecimento sobre Construção Volumétrica *Offsite*? *

☐ Nenhum conhecimento
☐ Conhecimento básico
☐ Conhecimento intermediário
☐ Conhecimento avançado

Voltar Avançar Limpar formulário

CARACTERIZAÇÃO DA ENTIDADE/EMPRESA QUE ATUA

Nesta seção, solicitamos algumas informações básicas sobre a entidade/empresa que você representa. Todas as respostas serão tratadas de forma confidencial e utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

Em que região do Brasil você/sua empresa atua? *
(marque uma ou mais opções)

☐ Norte
☐ Nordeste
☐ Centro-Oeste
☐ Sudeste
☐ Sul

Qual é o porte médio da entidade/empresa que você atua? *

Baseado no faturamento anual (Receita Operacional Bruta - ROB) das firmas e conta com amparo legal na Lei Geral das Micro e Pequenas Empresas, conforme estabelecido pelo BNDES (2020):

Micro: $\leq$ R\$ 360 mil
 Pequena: R\$ 360 mil > ROB $\geq$ R\$ 4,8 milhões;
 Média: R\$ 4,8 milhões > ROB $\geq$ R\$ 300 milhões;
 Grande: > R\$ 300 milhões.

☐ Micro

☐ Pequeno porte
☐ Médio porte
☐ Grande porte
☐ Não trabalho com Construção Volumétrica *Offsite*

Qual é o grau de envolvimento de sua empresa com empreendimentos que utilizam Construção Industrializada? *
(Alguns exemplos incluem Painéis Pré-Fabricados, *Steel Frame* e *Wood Frame*, Concreto Pré-Moldado e Construção 3D por Impressão)

☐ Nenhum envolvimento
☐ Início de envolvimento em empreendimentos com essa forma de construção
☐ Envolvimento frequente em projetos/empreendimentos que utilizam Construção Industrializada

Voltar Avançar Limpar formulário

DESAFIOS FINANCEIROS

Envolvem fatores econômicos que impactam a previsão da Construção Volumétrica *Offsite*, incluindo o custo inicial elevado, a falta de incentivos financeiros e o desafio de obter retornos financeiros.

Avalie cada desafio apresentado conforme o grau de concordância abaixo:
(1 - Discordo Totalmente; 2 - Discordo; 3 - Neutro; 4 - Concordo; 5 - Concordo Totalmente)

a) Custo Elevado *

(custo inicial de implementação da construção volumétrica *offsite* é significativamente alto)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

b) Faltam incentivos/subsídios governamentais *

(não há incentivos ou subsídios governamentais específicos para apoiar a adoção de métodos de construção volumétrica *offsite*, o que dificulta a competitividade e viabilidade econômica desse tipo de construção)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

c) Baixo Retorno sobre o Investimento (ROI) *

(a construção volumétrica *offsite* apresenta um retorno sobre o investimento (ROI) considerado baixo ou demorado, o que pode desestimular investidores e empresas a adotarem essa abordagem)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

d) Falta de Programas de Fomento e Financiamento Tecnológico *

(a ausência de programas públicos ou privados que incentivem a inovação e ofereçam financiamento específico para o desenvolvimento tecnológico na construção volumétrica *offsite* limita o crescimento e a modernização do setor)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Descreva de forma objetiva/específica, quais alternativas viáveis para superar os principais **desafios financeiros** apontados por você *

Sua resposta

Voltar

Avançar

Limpar formulário

DESAFIOS TÉCNICOS

Aborda problemas específicos da metodologia e das tecnologias envolvidas na construção volumétrica *offsite*, como padronização dos processos, adaptação dos módulos às condições do canteiro e integração dos sistemas construtivos.

Avalie cada desafio apresentado conforme o grau de concordância abaixo:
(1 - Discordo Totalmente; 2 - Discordo; 3 - Neutro; 4 - Concordo; 5 - Concordo Totalmente)

e) Conexões e montagens inadequadas *

(conexões entre módulos e a montagem no local podem ser insuficientes ou mal projetadas, comprometendo a segurança e a funcionalidade do sistema)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

f) Dificuldade para redimensionar módulos no canteiro de obras *

(uma vez que os módulos são pré-fabricados com medidas específicas, é difícil realizar alterações ou ajustes de tamanho no local de construção, limitando a flexibilidade para atender necessidades específicas de projeto)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

g) Falta de Códigos e Normas Padronizadas nos Setores-Chave *

(a construção volumétrica *offsite* ainda não possui regulamentações, normas técnicas e padronizações específicas e amplamente aceitas, o que gera incertezas e dificuldades na adoção e fiscalização dessa metodologia)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

h) Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado *

(existe uma carência de profissionais com treinamento e experiência na construção volumétrica *offsite*, o que limita a qualidade, eficiência e confiabilidade dos projetos que utilizam essa tecnologia)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

i) Interfaces de sistema complexas dentro dos módulos *

(os sistemas internos dos módulos, como elétrico, hidráulico e ventilação, são muitas vezes complexos e integrados, dificultando tanto a instalação quanto a manutenção desses componentes após a montagem)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

j) Dificuldade em definir os tipos de empreendimentos mais adequados *

(ainda existe incerteza sobre quais tipos de construções, como residenciais, comerciais, ou industriais, se beneficiam mais da construção volumétrica *offsite*, dificultando a decisão de usá-la de maneira estratégica e vantajosa)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

k) Desconexão entre Projeto, Produção, Construção e Decoração *

(as fases de projeto, fabricação, construção e acabamento frequentemente não estão alinhadas entre si, o que pode resultar em incompatibilidades, ajustes inesperados e desperdício de tempo e recursos)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

l) Capacidade insuficiente para investigação básica e inovação *

(a construção volumétrica *offsite* ainda carece de apoio financeiro e estrutural para pesquisa e desenvolvimento, limitando o avanço de novas tecnologias e processos inovadores na área)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

m) Má gestão entre várias interfaces *

(a coordenação entre diferentes etapas e equipes do projeto, fabricação, logística e montagem, é frequentemente ineficiente, resultando em falhas de comunicação, atrasos e retrabalho)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Descreva de forma objetiva/específica, quais alternativas viáveis para superar os principais **desafios técnicos** apontados por você *

Sua resposta

Voltar

Avançar

Limpar formulário

DESAFIOS LOGÍSTICOS

Refere-se à complexidade de movimentação e instalação de módulos pré-fabricados, desde o transporte até a chegada e montagem no local da obra. A logística envolve a gestão de grandes volumes, a necessidade de infraestrutura adequada e a proteção dos módulos durante o transporte.

Avalie cada desafio apresentado conforme o grau de concordância abaixo: (1 - Discordo Totalmente; 2 - Discordo; 3 - Neutro; 4 - Concordo; 5 - Concordo Totalmente)

n) Transporte de módulos de grande porte *

(dificuldades devido ao tamanho e peso das peças, exigindo rotas específicas, licenças especiais e cuidados adicionais para garantir que cheguem ao destino sem danos)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

o) Proteção durante o transporte *

(os módulos precisam de proteção adequada contra danos climáticos e físicos durante o transporte)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

p) Vida útil da edificação *

(A construção volumétrica *offsite* pode ser percebida como menos adequada para edificações que precisam ter uma vida útil prolongada, devido a preocupações relacionadas à durabilidade e à resistência estrutural ao longo do tempo, em comparação com os métodos construtivos tradicionais)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

q) Prazos de entrega *

(a entrega dos módulos dentro do prazo estipulado pode ser desafiadora, pois depende de uma coordenação precisa entre fornecedores, transportadores e equipes de montagem no canteiro de obras)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

r) Instalações e opções de cadeia de suprimentos limitadas *

(a construção volumétrica *offsite* depende de fornecedores e instalações especializadas que nem sempre estão amplamente disponíveis, o que pode aumentar os custos e causar atrasos na entrega dos módulos)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

s) Limitações de infraestrutura e espaço *

(o canteiro de obras pode ter infraestrutura ou espaço insuficiente para receber e manusear módulos de grande porte, dificultando a movimentação e armazenamento seguro dos módulos e seus acessórios)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Descreva de forma objetiva/específica, quais alternativas viáveis para superar os principais **desafios logísticos** apontados por você *

Sua resposta

Voltar

Avançar

Limpar formulário

DESAFIOS CULTURAIS E DE MERCADO

Engloba a resistência à adoção da construção volumétrica *offsite* por parte de clientes, empresas e profissionais da área, influenciada por percepções culturais e falta de demanda no mercado. Abrange também a necessidade de colaboração entre diferentes partes interessadas.

Avalie cada desafio apresentado conforme o grau de concordância abaixo:
(1 - Discordo Totalmente; 2 - Discordo; 3 - Neutro; 4 - Concordo; 5 - Concordo Totalmente)

t) Resistência cultural *

(há uma resistência cultural no setor de construção e entre os clientes em aceitar a construção volumétrica *offsite* como uma alternativa viável aos métodos tradicionais, devido a preconceitos ou falta de familiaridade com essa abordagem)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

u) Baixa demanda de mercado *

(o mercado para construção volumétrica *offsite* ainda é limitado, com baixa demanda por parte de clientes individualizados, empresas ou governos, o que dificulta o crescimento e investimento nessa modalidade de construção)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

(o mercado para construção volumétrica *offsite* ainda é limitado, com baixa demanda por parte de clientes individualizados, empresas ou governos, o que dificulta o crescimento e investimento nessa modalidade de construção)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

v) Falta de colaboração e contratos entre partes interessadas *

(a construção volumétrica *offsite* enfrenta dificuldades na colaboração entre arquitetos, engenheiros, construtoras e fornecedores, agravadas pela falta de contratos específicos de colaboração que formalizem e incentivem essa cooperação)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Descreva de forma objetiva/específica, quais alternativas viáveis para superar os principais **desafios culturais e de mercado** apontados por você *

Sua resposta

Voltar

Avançar

Limpar formulário

Desafios Governamentais e Regulatórios

Envolvem a falta de regulamentos e diretrizes específicas para a construção modular, além da burocracia e lentidão em reformas que possam apoiar essa inovação. Sem políticas, normas e incentivos claros, as empresas enfrentam incertezas jurídicas e tributárias que podem estimular investimentos.

Avalie cada desafio apresentado conforme o grau de concordância abaixo:
(1 - Discordo Totalmente; 2 - Discordo; 3 - Neutro; 4 - Concordo; 5 - Concordo Totalmente)

w) Ausência de orientação técnica e padrões governamentais

(o governo não fornece orientações técnicas, padrões ou melhores práticas específicas para a construção volumétrica *offsite*, o que cria incertezas e falta de diretrizes claras para o setor)

12345

x) Insegurança jurídica, burocracia e lentidão em normas imobiliárias

(construção volumétrica *offsite* enfrenta insegurança jurídica devido à burocracia e à lentidão na aprovação de normas relacionadas ao direito imobiliário, à padronização de processos e à repetibilidade de projetos)

12345

COM BASE NAS SUAS RESPOSTAS ANTERIORES, CLASSIFIQUE CADA CATEGORIA DE DESAFIOS, SOBRE A RELEVÂNCIA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO VOLUMÉTRICA *OFFSITE* NO BRASIL

Avalie cada categoria apresentada conforme o grau de concordância abaixo:
(1 - Discordo Totalmente; 2 - Discordo; 3 - Neutro; 4 - Concordo; 5 - Concordo Totalmente)

Desafios Financeiros

12345

Desafios Técnicos

12345

y) Reformas estruturais, administrativas e políticas lentas

(as mudanças necessárias em estruturas administrativas e políticas, que poderiam facilitar e incentivar a construção volumétrica *offsite*, são implementadas de forma lenta, dificultando avanços no setor)

12345

z) Falta de Isonomia Tributária

(a ausência de uma reforma tributária que permita isonomia nas tributações, coloca a construção volumétrica *offsite* em desvantagem em relação a outros métodos construtivos, aumentando os custos e reduzindo sua competitividade)

12345

Descreva, de forma objetiva/específica, quais alternativas viáveis para superar os principais desafios governamentais e regulatórios apontados por você

Sua resposta

Voltar

Avançar

Limpar formulário

Desafios Logísticos

12345

Desafios Culturais e de Mercado

12345

Desafios Governamentais e Regulatórios

12345

Gostaria de acrescentar uma observação sobre esta seção?

Sua resposta

Voltar

Avançar

Limpar formulário

CAMPO EM ABERTO DESTINADO A COMENTÁRIOS ADICIONAIS

Utilize este campo para expor opiniões e comentários adicionais. Outros desafios, além dos listados nos questionários, também podem ser anotados neste espaço.

Sua resposta

Voltar

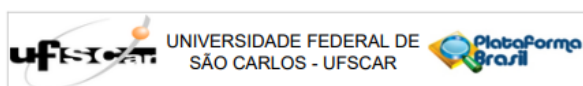
Avançar

Limpar formulário

APÊNDICE – B – SOLICITAÇÃO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFSCAR

Para a realização da Pesquisa *Survey* neste estudo, foi solicitada a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar é responsável por avaliar e aprovar pesquisas que envolvam seres humanos, garantindo que os princípios éticos sejam respeitados. O processo de solicitação de aprovação seguiu as instruções disponíveis no link: Comitê de Ética da UFSCar - <https://www.propq.ufscar.br/pt-br/etica/cep-comite-de-etica-em-pesquisa-em-seres-humanos/humanos>.

A solicitação foi aprovada sob o número CAAE: 85961225.2.0000.5504



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desafios e Oportunidades para a Implementação da Construção Volumétrica Offsite na Construção Civil Brasileira

Pesquisador: LIZA BRUNA REIS MONTEIRO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 85961225.2.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Patrocinador Principal: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.561.722

Apresentação do Projeto:

Título público da pesquisa: Desafios e Oportunidades para a Implementação da Construção Volumétrica Offsite na Construção Civil Brasileira.

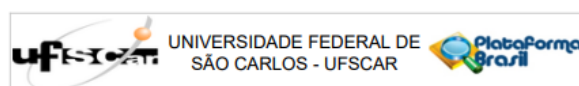
CAAE: 85961225.2.0000.5504

Desenho:

Título do Estudo: Desafios e Oportunidades para a Implementação da Construção Volumétrica Offsite na Construção Civil Brasileira

Objetivo: Geral: Levantar e analisar os principais desafios enfrentados para a implementação da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira sob a ótica dos agentes especialistas da cadeia produtiva da Indústria da Construção Civil e identificar alternativas viáveis para superá-los, buscando a melhoria da eficiência, qualidade e sustentabilidade do setor utilizando Survey. Objetivos Específicos: Identificar os principais desafios culturais, técnicos, governamentais, legislativo e normativos que dificultam a implementação da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira com base em revisão bibliográfica sistemática; Identificar os benefícios potenciais da adoção da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira, em termos de eficiência, qualidade e sustentabilidade e outros critérios, com base em revisão bibliográfica

sistemática; Elaborar o ranking dos principais desafios, benefícios potenciais e tecnologias mais



Continuação do Parecer: 7.561.722

promissoras utilizando o Método Survey; Comparar desafios, benefícios potenciais e tecnologias mais promissoras com as indicadas pelos especialistas e profissionais de mercado. Metodologia: Survey: Exploratório e descritivo, com uso de métodos qualitativos. Fases da Pesquisa: Revisão Bibliográfica: Levantamento de artigos científicos, relatórios técnicos e publicações da indústria para contextualizar o tema e identificar lacunas no conhecimento. Análise de estudos de construção volumétrica offsite no Brasil e em outros países, avaliando fatores críticos de sucesso e desafios enfrentados. Entrevistas com Especialistas: Realização de entrevistas semiestruturadas com profissionais de construção civil, arquitetos, engenheiros, e gestores que tenham experiência com construção offsite. Análise de Dados: Aplicação de análise de conteúdo estatística para organizar e interpretar as informações coletadas, destacando os principais desafios e oportunidades. Justificativa: A construção volumétrica offsite tem apresentada uma alternativa promissora para aumentar a eficiência, reduzir desperdícios e acelerar cronogramas na construção civil. No entanto, no Brasil, essa ainda enfrenta barreiras técnicas, econômicas e culturais que limitam sua metodologia. Este estudo busca contribuir para o entendimento dessas barreiras e identificar caminhos para sua superação, promovendo a inovação no setor. Resultados Esperados: Identificação de fatores críticos que dificultam ou favorecem a implementação da construção volumétrica offsite no Brasil. Recomendações práticas para empresas e profissionais específicos em adotar essa metodologia. Proposição de políticas públicas e incentivos que possam contribuir para o uso dessa tecnologia no país. Cronograma: Revisão bibliográfica 1 a 2 meses; Entrevistas com especialistas 2 a 3 meses; Análise e redação do relatório final 4 a 5 meses; Recursos Necessários: Acesso a bases de dados científicos. Contato com especialistas e empresas do setor. Ferramentas para análise qualitativa de dados. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Código de Financiamento 001.

Resumo:

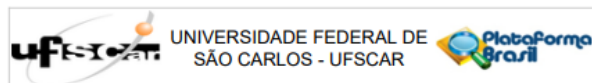
A industrialização na Construção Civil, em especial a Construção Volumétrica Offsite envolve a aplicação de técnicas e processos industriais na produção de edifícios e infraestruturas, visando aprimorar a eficiência, qualidade e sustentabilidade do setor. Nos últimos tempos, houve um avanço gradual na aplicação de tecnologias e métodos industrializados no setor da Construção Civil no Brasil. No entanto, a implementação generalizada ainda encontra restrições e obstáculos de várias naturezas. Com isso, é crucial compreender e encontrar caminhos que contribuam para a superação desses desafios, visando impulsionar o progresso tecnológico da

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA
UF: SP **Município:** SÃO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 **E-mail:** cephumanos@ufscar.br

Página 01 de 16

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA
UF: SP **Município:** SÃO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 **E-mail:** cephumanos@ufscar.br

Página 02 de 16

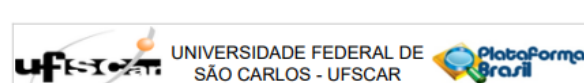


Continuação do Parecer: 7.561.722

Construção Volumétrica Offsite na Indústria da Construção Civil Brasileira (ICCB) e assegurar sua competitividade no mercado global. Entre os obstáculos mais comuns enfrentados pela Construção Volumétrica Offsite, são evidenciadas a escassez de conhecimento técnico especializado, a resistência cultural à mudança, a falta de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, a necessidade de adaptação das normas e regulamentações atuais, entre outros. Esses desafios, entre diversos outros, dificultam a adoção de práticas e tecnologias inovadoras no setor. Este trabalho pretende investigar os obstáculos enfrentados pela Indústria da Construção de Civil Brasileira na adoção da Construção Volumétrica Offsite, na visão dos agentes/profissionais da cadeia produtiva da construção civil e, identificar caminhos que contribuam para superá-los, por meio de pesquisa Survey. Para alcançar este objetivo, foi primeiramente realizada uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) a fim de identificar os principais desafios e obstáculos já relatados sobre a implementação da construção volumétrica offsite na Construção Civil para posterior classificação utilizando o questionário survey. Para a aplicação survey, foi elaborado questionário e, em seguida, foi realizado um teste piloto para validar os dados e, assim, realizar a aplicação a especialistas da cadeia da Construção Civil, a fim de proporcionar uma base sólida para a realização da análise baseada nas respostas fornecidas, interpretação dos resultados categorizados e classificados por relevância/importância para que, com isso, chegue à conclusão do estudo. Espera-se, com este trabalho, obter uma compreensão abrangente dos principais obstáculos enfrentados pela Indústria da Construção Civil para a implementação da prática da Construção Volumétrica Offsite, assim como diretrizes e estratégias visando sua superação.

Introdução:

Para Chandra, Sepasgozar e Awuzie (2023), o setor de Construção Civil envolve parâmetros que valorizam o crescimento econômico e social de determinada localidade, exercendo grande força na qualidade de vida da sociedade que a pertence, bem como na infraestrutura urbana e econômica do país. Ademais, o setor mantém uma conexão sólida com outros segmentos industriais, uma vez que requer diversos materiais e componentes em seu processo de produção, e é intensivo em mão de obra, empregando uma parte substancial da força de trabalho menos especializada. Essas particularidades da Indústria da Construção Civil resultam em considerável complexidade, pois envolve uma ampla gama de atividades que afetam outras cadeias produtivas. Entre os principais setores econômicos do Brasil, a Indústria da Construção Civil se sobressai pela sua modernização nos últimos anos, de acordo com Alves (2016). Essa modernização ocorreu devido ao estímulo do governo em programas



Continuação do Parecer: 7.561.722

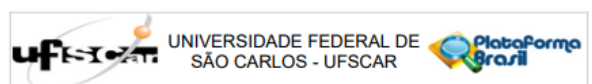
habitacionais, a maior facilidade de acesso a financiamentos e ao avanço de novas tecnologias e materiais e componentes. Essas inovações tecnológicas, ou industrialização, estão sendo aplicadas em novos métodos construtivos (novos materiais, sistemas, equipamentos e técnicas) e em novas abordagens de planejamento (aperfeiçoamento na gestão de projetos e da construção). A Industrialização da Construção Civil (ICC) se refere à aplicação de técnicas avançadas de produção baseadas em manufatura, que fazem uso de computação, automação, mecanização, robótica e tecnologia aplicada aos materiais de construção na produção de edifícios e infraestruturas, com o objetivo de melhorar a eficiência, qualidade e sustentabilidade no setor de construção civil. De Marco (2015) afirma que, ao longo das últimas décadas, o setor da construção civil brasileira tem experimentado um progresso gradual na incorporação de tecnologias e práticas industrializadas. Não obstante, a adoção em larga escala ainda é limitada, enfrentando resistências e desafios de diversas naturezas. No que diz respeito à Industrialização da Construção Civil, vários fatores são envolvidos, sendo dois termos com destaque: Construção Offsite e Construção Modular. A construção offsite, de acordo com Alonso-Zandari e Hashemi (2016), envolve a fabricação de componentes de construção em uma fábrica ou instalação temporária adequada. Esses componentes são transportados em conjuntos ou subconjuntos para o local da construção, onde são montados para formar a estrutura completa. Esse método visa proporcionar maior rapidez, eficácia e controle sobre as atividades de construção, reduzindo assim os riscos de atrasos no cronograma e desvio do orçamento. A construção modular, por sua vez, segundo Xu, Zayed e Niu (2020), é um método de construção em que módulos independentes são fabricados ou montados em conjunto para formar estruturas maiores. Esses módulos podem ser produzidos de forma industrializada ou não, sendo possível ter um projeto modular sem que a construção seja totalmente industrializada. Além disso, há casos em que elementos industrializados são utilizados em construções que não exploram a modularidade. Quanto ao uso, a construção modular pode ser permanente ou temporária. Na modalidade permanente, é comum em escolas, hospitais e habitações civis e militares. Já na modalidade temporária, é utilizada em vestiários, banheiros para eventos e obras, entre outros. Esse método de construção proporciona maior flexibilidade, eficiência e rapidez na execução das obras. De acordo com relatório do CTE (Centro de Tecnologia de Edificações, 2022), os métodos tradicionais de construção, que dependem muito da mão de obra, desperdiçam cerca de 25% dos materiais, o que é considerado inaceitável diante da pressão por redução de custos e responsabilidade ambiental. Além de que, a construção modular pode acelerar os processos em até 50% e

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 03 de 16

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

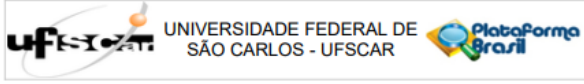
Página 04 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

reduzir os custos em até 20%. A urgência em melhorar a eficiência na construção, a falta de trabalhadores qualificados e a busca por redução de custos têm tornado a produtividade uma prioridade. No relatório do CTE (Centro de Tecnologia de Edificações, 2022) enfatiza-se que, uma pesquisa da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) publicada em 2022, revelou que cerca de 90% das construtoras enfrentam dificuldades para contratar profissionais, especialmente pedreiros, carpinteiros e mestres de obras. Enquanto isso, o déficit habitacional continua a crescer, atingindo quase 12 milhões de unidades ainda em 2022. Isso destaca a importância da industrialização da construção, transformando o canteiro de obras em uma linha de montagem, similar a outros setores como o automobilístico. Essa abordagem utiliza sistemas pré-fabricados que chegam prontos para montagem no canteiro de obras. A construção industrializada é uma alternativa que pode auxiliar as empresas da construção civil a melhorar a qualidade de seus produtos e a superar desafios relacionados à baixa produtividade, ao alto desperdício, aos impactos da inflação em obras de longa duração e ao custo elevado e ao uso intensivo de mão de obra. A superação dessas barreiras, de acordo com Oliveira (2021), pode impulsionar o avanço tecnológico do setor, aumentar a produtividade no canteiro de obras, melhorar a qualidade das construções, bem como reduzir os custos e prazos de entrega. Para superar essas barreiras, é necessário promover maior colaboração entre empresas, governos e instituições acadêmicas, incentivar a formação de parcerias estratégicas para pesquisa e desenvolvimento, e investir em programas de capacitação e conscientização para os profissionais da indústria. Além do mais, é necessário um esforço conjunto dos setores público e privado, envolvendo a capacitação e qualificação da mão de obra, a promoção de políticas e incentivos governamentais, a criação de parcerias entre universidades e empresas, além do desenvolvimento de normas e padrões específicos para a industrialização na construção civil (ROSA, 2015). Por meio desta pesquisa, busca-se oferecer uma contribuição significativa para o entendimento acadêmico e prático dos desafios enfrentados pela Indústria da Construção Civil Brasileira (ICCB) no que diz respeito à sua adoção, na perspectiva dos agentes especialistas da cadeia produtiva do setor. Além disso, almeja-se formular recomendações e apresentar alternativas estratégicas que possam ser aplicadas para superar esses desafios identificados e priorizados. Essas sugestões serão fundamentadas em uma análise aprofundada dos fatores críticos e das melhores práticas observadas tanto no contexto nacional quanto internacional.

Hipótese:



Continuação do Parecer: 7.561.722

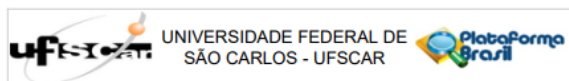
A indústria da construção civil desempenha um papel fundamental na economia, mas enfrenta desafios significativos, destacando-se pela sua produtividade limitada e falta de controle efetivo na produção. Esse quadro conduz a perdas de tempo e recursos, juntamente com uma imprevisibilidade marcante, que resulta na imposição de consideráveis níveis de incerteza. Além disso, a deficiência em projetos e a necessidade frequente de improvisações contribuem para a complexidade desse cenário (ULLAH; LILL; WITT, 2019). Algumas das vantagens relacionadas à adoção da industrialização na construção, especialmente quanto à construção fora do canteiro na edificação de residências incluem a fabricação de moradias de qualidade superior, uma produção mais rápida a custos mais baixos, além de oportunidades para uma gestão mais eficaz dos custos. A eficiência também é aprimorada, a quantidade de resíduos é diminuída, o impacto das condições climáticas é reduzido, há uma menor demanda por mão de obra e materiais, e os impactos ambientais globais são mitigados, resultando em menos inconvenientes para os residentes (OFORI-KURAGU; OSEI-KYEI; WANIGARATHNA, 2022). A industrialização da construção apresenta um aumento significativo na produtividade em comparação com a construção convencional, graças ao ambiente de construção em fábrica em oposição ao ambiente de construção no local. Reconhecendo os benefícios dos avanços na indústria transformadora, a construção está incorporando componentes pré-fabricados, fabricados em condições controladas em fábricas e instalados posteriormente no local de construção (O'NEILL et al., 2020). A utilização de tecnologia da informação e comunicação (TIC), por exemplo, como o BIM (Building Information Modeling), possibilita à indústria da construção atingir um nível mais avançado de automação e eficiência ao integrar informações entre modelos de construção enriquecidos e os processos de negócios. A introdução do BIM cria perspectivas para otimizar ainda mais a eficácia da construção pré-fabricada (CHAN et al., 2019; TAN, et al., 2019). Contudo, a implementação do BIM na Indústria da Construção Civil enfrenta desafios como resistência cultural, altos custos de investimento, incerteza em relação ao retorno do investimento (ROI), relutância dos participantes em coordenar e a falta de normas BIM comuns (TAN et al., 2019). Existem vários desafios a serem superados para promover o avanço da construção industrializada no Brasil. Isso inclui a falta de igualdade tributária para sistemas construtivos produzidos fora do canteiro e a falta de modelos de financiamento que incentivem a conclusão rápida das obras. Além disso, os preços dos insumos têm sido altamente voláteis, e, de maneira geral, os produtos industrializados tiveram aumentos de preço superiores aos materiais da construção tradicional (CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES, 2022). Com isso, notam-se as dificuldades de implementação da

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 05 de 16

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 06 de 16

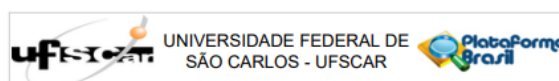


Continuação do Parecer: 7.561.722

industrialização na construção civil e o interesse dos pesquisadores em identificar e descrever os obstáculos associados à adoção dessas tecnologias. O aprofundamento do conhecimento sobre as barreiras que influenciam o sucesso desse processo é crucial para o desenvolvimento de manuais, guias e políticas públicas mais pertinentes, o que, por sua vez, amplia as possibilidades de êxito na implementação. Diante desse cenário, fica evidente uma lacuna na avaliação do processo de adoção de tecnologias no contexto do setor de construção civil no Brasil.

Metodologia Proposta:

A estratégia de pesquisa escolhida para o desenvolvimento deste trabalho compreendeu Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e aplicação de questionários utilizando a Metodologia Survey. A primeira etapa consistiu no mapeamento dos tipos de industrialização, construção volumétrica offsite e as barreiras à adoção dos mesmos já identificadas na literatura técnica. As barreiras apontadas foram agrupadas em categorias relativas à técnica, custo, normatização e padronização, de conhecimento e informação e outras. A segunda etapa da pesquisa consistirá na aplicação de um questionário utilizando a Metodologia Survey com profissionais especialistas da construção civil, os quais possuem notório conhecimento na área. Serão incluídos profissionais como projetistas, incorporadores, construtores, consultores técnicos, mantenedores, pesquisadores, formuladores de políticas públicas e profissionais ligados à venda dos insumos necessários. O questionário foi elaborado com base na Escala de Likert, a qual permite medir extremos de opinião e facilita aos entrevistados manifestarem seu grau de concordância com as barreiras apresentadas. Segundo Dalmoro e Vieira (2014), a Escala de Likert é uma ferramenta eficiente para avaliar a importância relativa de fatores individuais, permitindo investigar a opinião dos participantes. Os entrevistados serão solicitados a avaliar o grau de relevância das barreiras listadas nos questionários, atribuindo uma classificação de "1 a 5", onde "1" representa "discordo totalmente", "2" representa "discordo", "3" representa "neutro", "4" representa "concordo" e "5" representa "concordo totalmente". A aplicação do questionário será realizada conforme a pesquisa survey, utilizando o software Google Forms para a coleta de respostas. O link de acesso à pesquisa será enviado aos participantes por e-mail e/ou pela plataforma LinkedIn. A análise da importância relativa de cada uma das barreiras na adoção da industrialização na construção civil brasileira será realizada por meio do Índice de Importância Relativa (IIR), enquanto o grau de dispersão das opiniões entre os entrevistados será medido pelo Coeficiente de Variação (CV). Após a



Continuação do Parecer: 7.561.722

aplicação do questionário, será elaborado um ranking das barreiras que dificultam a adoção da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira. Esse ranking será estabelecido por meio da classificação decrescente dos IIR das barreiras identificadas. Posteriormente, os resultados serão sintetizados, destacando as principais barreiras que dificultam a adoção em larga escala da industrialização no setor de construção civil brasileiro. Serão também elaboradas as conclusões e considerações resultantes do estudo.

Metodologia de Análise de Dados:

A estratégia de análise de dados da pesquisa consistirá com base na Escala de Likert, a qual permite medir extremos de opinião e facilita aos entrevistados manifestarem seu grau de concordância com as barreiras apresentadas. Segundo Dalmoro e Vieira (2014), a Escala de Likert é uma ferramenta eficiente para avaliar a importância relativa de fatores individuais, permitindo investigar a opinião dos participantes. Os entrevistados serão solicitados a avaliar o grau de relevância das barreiras listadas nos questionários, atribuindo uma classificação de "1 a 5", onde "1" representa "discordo totalmente", "2" representa "discordo", "3" representa "neutro", "4" representa "concordo" e "5" representa "concordo totalmente". A aplicação do questionário será realizada conforme a pesquisa survey, utilizando o software Google Forms para a coleta de respostas. O link de acesso à pesquisa será enviado aos participantes por e-mail e/ou pela plataforma LinkedIn. A análise da importância relativa de cada uma das barreiras na adoção da industrialização na construção civil brasileira será realizada por meio do Índice de Importância Relativa (IIR), enquanto o grau de dispersão das opiniões entre os entrevistados será medido pelo Coeficiente de Variação (CV). Após a aplicação do questionário, será elaborado um ranking das barreiras que dificultam a adoção da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira. Esse ranking será estabelecido por meio da classificação decrescente dos IIR das barreiras identificadas. Posteriormente, os resultados serão sintetizados, destacando as principais barreiras que dificultam a adoção em larga escala da industrialização no setor de construção civil brasileiro.

Desfecho Primário:

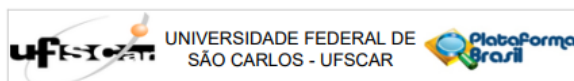
Identificar e categorizar os principais desafios e oportunidades associados à implementação da construção volumétrica offsite no Brasil, fornecendo informações bem fundamentadas para orientar estratégias de empresas, profissionais e formuladores de políticas públicas no setor da construção civil. Além da busca para gerar dados práticos que possam acelerar a adoção dessa

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SÃO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 07 de 16

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SÃO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 08 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

tecnologia, promovendo inovação, sustentabilidade e eficiência no contexto brasileiro.

Tamanho da Amostra no Brasil: 25

Países de Recrutamento:

País de Origem do Estudo: Sim; País: BRASIL; Nº de participantes da pesquisa: 25

Grupos em que serão divididos os participantes da pesquisa neste centro:

ID Grupo: Especialistas; Nº indivíduos: 25; Intervenções a serem realizadas: Aplicação do questionário.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Levantar e analisar os principais desafios enfrentados para a implementação da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira sob a ótica dos agentes especialistas da cadeia produtiva da Indústria da Construção Civil e identificar alternativas viáveis para superá-los, buscando a melhoria da eficiência, qualidade e sustentabilidade do setor utilizando o método Survey.

Objetivo Secundário:

Identificar os principais desafios culturais, técnicos, governamentais, legislativo e normativos que dificultam a implementação da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira com base em revisão bibliográfica sistemática; Identificar os benefícios potenciais da adoção da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira, em termos de eficiência, qualidade e sustentabilidade e outros critérios, com base em revisão bibliográfica sistemática; Identificar as tecnologias mais promissoras para a implementação da construção volumétrica offsite na construção civil brasileira, avaliando sua maturidade, custo-benefício e impacto na eficiência com base em revisão bibliográfica sistemática; Elaborar o ranking dos principais desafios, benefícios potenciais e tecnologias mais promissoras utilizando o Método Survey; Comparar desafios, benefícios potenciais e tecnologias mais promissoras com as indicadas pelos especialistas e profissionais de mercado.

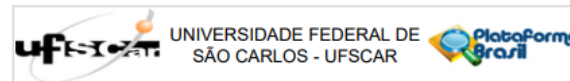
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Pode levar a aplicações inadequadas ou decisões equivocadas no setor da construção civil;

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SÃO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 09 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

Caso a implementação do offsite seja mal planejada, pode gerar custos elevados ou prejuízos a empresas e consumidores;

O foco em tecnologias avançadas pode beneficiar grandes corporações e marginalizar pequenos players no mercado;

Se os impactos ambientais do offsite não forem bem avaliados, podem surgir problemas como resíduos tecnológicos ou dependência de materiais importados;

A introdução de sistemas offsite pode gerar dependência de fornecedores internacionais, enfraquecendo a indústria nacional.

Benefícios:

Estímulo ao uso de tecnologias mais eficientes, sustentáveis e econômicas, contribuindo para a modernização da construção civil no Brasil; Identificação de estratégias que possam baratear projetos habitacionais e acelerar sua entrega, beneficiando a população em geral; Promoção de práticas construtivas que reduzem desperdícios de materiais e emissões, alinhadas com objetivos ambientais;

Incentivo à formação de mão de obra especializada para operar sistemas offsite, impulsionando o mercado de trabalho;

Potencial para entregar construções mais padronizadas e de maior qualidade, aumentando a segurança e o conforto para os usuários finais;

Oferece subsídios para políticas de habitação e infraestrutura mais modernas e inclusivas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador proponente declara, que:

- Não haverá uso de fontes secundárias de dados (prontuários, dados demográficos, etc);

- 25 indivíduos serão abordados pessoalmente, recrutados, ou que sofrerão algum tipo de intervenção neste centro de pesquisa;

- Não é um estudo multicêntrico no Brasil;

- Não propõe dispensa do TCLE;

- Não haverá retenção de amostras para armazenamento em banco;

- Não é um estudo internacional;

- Sim, mantém sigilo da íntegra do projeto de pesquisa;

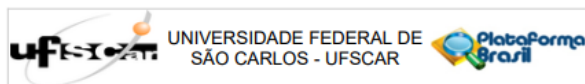
- Prazo: Até a publicação dos resultados;

- A pesquisa terá apoio financeiro;

CNPJ: 45.358.058/0001-40; Nome: Universidade Federal de São Carlos/UFSCAR; E-mail:

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SÃO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 10 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

cephumanos@power.ufscar.br; Telefone: 1633518028; Tipo: Institucional Principal.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:
Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Primeiramente, agradecemos as providências e os cuidados tomado pelo pesquisador ao apresentar a Versão 2 do protocolo de pesquisa ao CEP da UFSCAR. Com base na Resolução CNS nº 510 de 2016, na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013, apresenta-se o Parecer nº 7.557.775. Dessa forma, seguem abaixo as pendências listadas no parecer anterior (Versão 1) do CEP e sua condição neste parecer (Versão 2), como atendida, não atendida e parcialmente atendida.

1) O convite para participar da pesquisa não deve ser feito com a utilização de listas que permitam a identificação dos convidados nem a visualização dos seus dados de contato (e-mail, telefone etc.) por terceiros. Assim, solicitam-se esclarecimentos acerca da forma de envio do convite e, se necessário, adequação (Carta Circular n.º 1/2021-CONEP/SECNS/MS, item 2.1).

RESPOSTA: O envio dos convites será feito de forma individual, sem exposição de e-mails ou dados de contato a terceiros. Utilizaremos envio direto com cópia oculta (CCO), conforme orientação da Carta Circular nº 1/2021-CONEP/SECNS/MS;

ANÁLISE: Pendência atendida.

2) Solicita-se inserir, no projeto detalhado, a descrição da forma de abordagem ou plano de recrutamento dos potenciais participantes de pesquisa (Norma Operacional CNS n.º 001, de 2013, item 3.4.1.8).

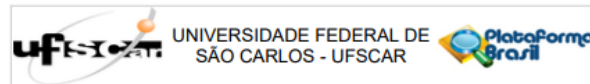
RESPOSTA: Foi inserida no projeto detalhado (item 3.2.2.1 do projeto detalhado) a descrição do plano de recrutamento: os participantes serão contatados diretamente via e-mail institucional ou LinkedIn, com base em sua atuação em empresas e instituições com foco em construção industrializada. A seleção ocorrerá por critérios de experiência profissional comprovada na área;

ANÁLISE: Pendência atendida.

3) Qualquer convite individual, enviado por e-mail, só poderá ter um único remetente e destinatário, ou ser enviado na forma de lista oculta. Assim, solicitam-se esclarecimentos acerca do convite pessoal e, caso necessário, adequação (Carta Circular n.º 1/2021-

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 CEP: 13.565-905 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 11 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

CONEP/SECNS/MS, item 2.1.1).

RESPOSTA: Reiteramos que todos os convites por e-mail serão enviados individualmente ou com o uso de lista oculta de endereços, evitando a exposição de dados pessoais dos participantes;

ANÁLISE: Pendência atendida.

4) Todos os protocolos de pesquisa devem conter, obrigatoriamente, os locais onde ocorrerão as etapas da pesquisa. Solicita-se inserir, no projeto detalhado, informações sobre o(s) local(is) de realização da pesquisa (Norma Operacional CNS n.º 001, de 2013, item 3.4.1.5).

RESPOSTA: A pesquisa será realizada exclusivamente em meio digital (item 3.2.2.5), por meio do Google Forms, sem envolvimento presencial. A aplicação se dará remotamente, em todo o território nacional, sendo o local de realização vinculado à sede da pesquisadora (UFSCAR);

ANÁLISE: Pendência atendida.

5) Solicita-se inserir, no projeto detalhado em todos os documentos, os critérios de inclusão e exclusão dos participantes da pesquisa, devendo estes ser apresentados de acordo com as exigências da metodologia a ser utilizada (Norma Operacional CNS n.º 001, de 2013, item 3.4.1.11).

RESPOSTA: Critérios de inclusão: profissionais com experiência comprovada na cadeia produtiva da construção civil com foco em industrialização. Critérios de exclusão: profissionais que não tenham atuação relacionada à construção civil industrializada e que não aceitem o TCLE (item 3.2.2.5);

ANÁLISE: Pendência atendida.

6) De acordo com a Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 19, Parágrafo 2º, o participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, terá direito a assistência e a buscar indenização. Solicita-se incluir no registro do consentimento livre e esclarecido a informação de que, havendo algum dano decorrente da pesquisa, o/a participante terá direito a ser indenizado pelo dano decorrente da pesquisa, nos termos da Lei (Res. CNS 510, VI, Art. 9).

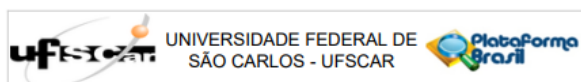
RESPOSTA: Foi incluída no TCLE a seguinte informação: "Caso o(a) participante sofra qualquer tipo de dano decorrente da participação nesta pesquisa, terá direito à devida assistência e à indenização nos termos da legislação vigente";

ANÁLISE: Pendência atendida.

7) Solicita-se que conste, na metodologia do Projeto Detalhado, a explicação de todas as

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 CEP: 13.565-905 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 12 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

etapas/fases não presenciais do estudo, enviando, inclusive via Plataforma Brasil, os modelos de formulários, termos e outros documentos que serão apresentados ao candidato a participante de pesquisa e aos participantes de pesquisa (Carta Circular n.º 1/2021-CONEP/SECNS/MS, item 1.1).

RESPOSTA: Todos os procedimentos do estudo são não presenciais. O link para acessar o modelo do questionário a ser utilizado está no item 4.2 do projeto detalhado, cujo foi enviado via Plataforma Brasil;

ANÁLISE: Pendência atendida.

8) Solicita-se que conste, no Projeto Detalhado, a descrição e a justificativa do procedimento a ser adotado para a obtenção do consentimento livre e esclarecido, bem como o formato de registro ou assinatura do termo que será utilizado (Carta Circular n.º 1/2021-CONEP/SECNS/MS, item 1.2).

RESPOSTA: O consentimento será obtido eletronicamente por meio de aceite no início do questionário Google Forms. Esta explicação foi adicionada ao projeto detalhado (item 3.2.2.5) e ao TCLE;

ANÁLISE: Pendência atendida.

9) Deixar claro nas informações básicas e detalhadas do projeto, no TCLE e nos questionários que o contato com o pesquisador pode ser realizado 24 (vinte e quatro) horas por dia e 7 (sete) dias por semana, tal como apresentado no documento Modelo envolvendo aplicação de questionário semiestruturado em Educação, disponível no site <http://www.propq.ufscar.br/etica/cep/modelos-de-documentos-cep/>; (Resolução CNS n.º 510, de 2016 e Resolução CNS n.º 466, de 2012, item IV)

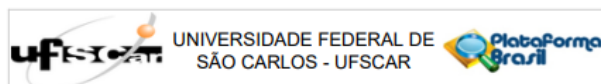
RESPOSTA: Foi incluído no TCLE que a pesquisadora estará disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana, pelo telefone informado, para qualquer dúvida ou solicitação dos participantes;

ANÁLISE: Pendência atendida.

10) Solicita-se inserir o documento obrigatório Carta de Autorização ou Termo de Anuência de todos os centros coparticipantes ou justificar a ausência do mesmo, disponível em <https://www.propq.ufscar.br/pt-br/etica/cep-comite-de-etica-em-pesquisa-em-seres-humanos/orientacoes-para-submissao/documentos-obrigatorios-para-submissao-de-um-protocolo-de-pesquisa>, conforme item 04. Autorização de Instituição Coparticipante Toda pesquisa realizada em Instituição ou local, que não esteja sob responsabilidade do Pesquisador Responsável, demanda autorização prévia da mesma. O pesquisador deverá apresentar na submissão do projeto, termo de autorização com a assinatura e as informações (nome, cargo,

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 CEP: 13.565-905 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 13 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

telefone e e-mail) do responsável legal pela instituição na qual serão selecionados os participantes da pesquisa. O modelo de carta de autorização pode ser acessado aqui <https://www.propq.ufscar.br/pt-br/assets/arquivos/etica/carta-de-autorizacao.docx>. Observa-se que, independentemente de onde a pesquisa será aplicada, será necessário apresentar carta de autorização das instituições/empresas escolhidas/parceiras assinada por seu representante legal, permitindo a realização da mesma (Norma Operacional CNS nº 001 de 2013, itens 3.3.h e 3.3.i).

RESPOSTA: Por se tratar de pesquisa online sem coleta em instituições específicas, justificamos a ausência de centros coparticipantes. O projeto foi atualizado com essa informação (item 3.2.2.5);

ANÁLISE: Pendência atendida.

11) Considerando a Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 25, Parágrafo 2º, solicita-se descrever as estratégias para conduzir adequadamente as entrevistas e/ou grupos, identificando e lidando adequadamente com possíveis constrangimentos caso os/as participantes exponham alguma situação delicada durante a entrevista individual e/ou grupo.

RESPOSTA: Não haverá entrevistas presenciais ou discussões de teor emocional. Ainda assim, será assegurado ao participante o direito de interromper a participação a qualquer momento;

ANÁLISE: Pendência atendida.

12) Solicita-se incluir no registro do consentimento/assentimento livre e esclarecido, a informação de que todos os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em arquivo, físico ou digital, sob guarda e responsabilidade do/a pesquisador(a), por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa (Resolução CNS nº 510 de 2016, Art. 28, Inciso IV), para que o/a participante possa decidir livremente sobre sua participação e sobre o uso de seus dados no momento e no futuro.

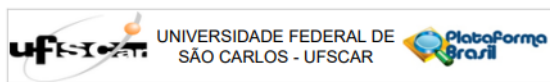
RESPOSTA: Foi incluída no TCLE a informação de que os dados coletados serão armazenados por um período mínimo de 5 anos sob responsabilidade da pesquisadora;

ANÁLISE: Pendência atendida.

13) É de responsabilidade do pesquisador o armazenamento adequado dos dados coletados, bem como os procedimentos para assegurar o sigilo e a confidencialidade das informações do participante da pesquisa. Sendo assim, solicitam-se esclarecimentos acerca do armazenamento dos dados coletados no estudo, bem como quais procedimentos serão adotados para resguardar o sigilo e a confidencialidade das informações do participante da pesquisa (Carta Circular n.º 1/2021-CONEP/SECNS/MS, item 3.1).

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 CEP: 13.565-905 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 14 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

RESPOSTA: Os dados serão armazenados em formato digital, protegidos por senha, em computador pessoal da pesquisadora. Apenas a pesquisadora terá acesso às informações;

ANÁLISE: Pendência atendida.

14) Apresentar Carta Resposta, contendo esclarecimentos e atendimentos a cada item apontado ao longo de todos os pareceres deste processo. Sugere-se também, destacar as alterações realizadas nos documentos atualizados.

RESPOSTA: Este documento constitui a Carta Resposta, contemplando todos os pontos indicados no parecer, com as devidas justificativas e modificações implementadas nos documentos correspondentes.

ANÁLISE: Pendência atendida.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa - CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 510 de 2016, na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013, manifesta-se por estar à disposição para qualquer esclarecimento com a emissão de seu parecer final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2472630.pdf	17/04/2025 12:03:26		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_VERSAO1.pdf	17/04/2025 11:42:57	LIZA BRUNA REIS MONTEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Survey_Liza.pdf	16/04/2025 19:23:06	LIZA BRUNA REIS MONTEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	ProjetoDetalhado_Liza.pdf	16/04/2025 19:22:57	LIZA BRUNA REIS MONTEIRO	Aceito
Investigador	FolhaDeRosto_assinado_assinado.pdf	16/04/2025 19:10:01	LIZA BRUNA REIS MONTEIRO	Aceito

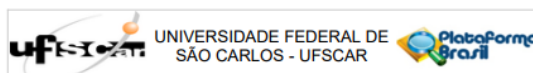
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 15 de 16



Continuação do Parecer: 7.561.722

Não

SAO CARLOS, 12 de Maio de 2025

Assinado por:
Sonia Regina Zerbetto
(Coordenador(a))

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
UF: SP Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 16 de 16

APÊNDICE – C – CÁLCULO DOS VALORES DE *ALFA DE CRONBACH*

DESAFIOS FINANCEIROS

Desafios Financeiros					
Respondentes	Questões				
	a	b	c	d	
1	3	5	2	4	14
2	5	3	2	5	15
3	5	5	4	5	19
4	2	5	2	3	12
5	4	5	3	5	17
6	5	4	3	5	17
7	4	4	1	5	14
8	4	2	1	2	9
9	2	4	2	4	12
10	4	4	2	4	14
11	4	5	2	4	15
12	4	3	3	4	14
13	4	4	2	4	14
14	4	4	5	5	18
15	3	5	4	4	16
16	4	4	3	4	15
17	5	5	5	3	18
18	5	5	2	5	17
19	3	4	3	5	15
20	5	4	3	3	15
21	3	4	4	4	15
22	5	3	4	5	17
23	4	4	2	4	14
24	4	4	2	4	14
25	5	1	1	5	12
26	4	5	3	4	16
27	4	4	2	4	14
28	3	3	3	5	14
29	3	5	3	5	16
30	3	4	3	4	14
31	4	3	3	3	13
32	3	3	3	3	12
33	4	3	2	2	11
34	5	5	5	2	17
35	5	5	3	4	17
36	4	5	3	5	17
37	1	5	1	5	12
38	3	4	3	4	14
39	5	5	4	5	19
40	4	5	3	3	15
41	5	5	2	5	17
42	4	5	1	5	15
43	5	3	2	4	14
44	4	5	2	5	16
45	3	5	1	5	14
46	4	5	3	5	17
	0,88	0,90	1,12	0,81	

Escala de <i>Likert</i> (Qualitativa)	Escala de <i>Likert</i> (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	4
Somatória das variâncias das questões	3,72
Variança das somas das questões	4,53

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow \boxed{1,33}$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow \boxed{0,82}$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow \boxed{0,18}$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow \boxed{0,24}$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ **Baixa**

Coeficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limítrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS TÉCNICOS

Desafios Técnicos										
Respondentes	Questões									
	e	f	g	h	i	j	k	l	m	
1	2	4	5	3	1	2	2	1	4	24
2	3	1	1	5	1	3	1	3	5	23
3	4	5	5	5	3	3	3	4	4	36
4	1	2	4	4	1	2	3	2	3	22
5	5	5	1	4	4	4	5	5	5	38
6	2	3	2	2	1	1	1	1	1	14
7	4	5	5	4	2	1	2	4	4	31
8	2	1	4	3	2	4	2	4	4	26
9	4	4	4	4	4	4	5	4	5	38
10	2	3	5	5	2	3	4	3	4	31
11	2	4	4	5	2	2	2	4	4	29
12	4	4	4	4	5	3	5	4	5	38
13	4	4	5	4	4	4	4	4	4	37
14	5	4	5	5	5	4	5	4	5	42
15	4	2	3	2	2	2	2	3	2	22
16	3	4	3	4	3	4	3	4	2	30
17	5	1	3	3	2	1	2	4	4	25
18	3	5	5	5	5	5	1	3	3	35
19	2	5	3	4	5	3	3	5	4	34
20	4	2	2	4	2	4	2	2	4	26
21	4	4	4	5	3	3	2	5	4	34
22	1	5	4	5	4	5	5	5	5	39
23	4	4	5	5	4	4	5	4	5	40
24	4	1	4	4	1	3	3	5	2	27
25	5	5	3	5	3	1	5	5	3	35
26	5	4	5	4	4	4	4	4	5	39
27	2	2	2	4	2	3	2	4	3	24
28	3	5	3	5	5	5	5	5	5	41
29	1	3	3	5	1	1	3	5	5	27
30	2	4	4	4	3	2	3	4	3	29
31	3	5	5	5	3	2	3	3	3	32
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
33	3	4	5	4	2	3	2	3	3	29
34	5	5	5	2	1	1	2	1	2	24
35	1	2	4	4	3	3	3	4	4	28
36	3	5	5	5	5	2	2	4	4	35
37	5	2	2	5	1	1	5	5	5	31
38	4	4	4	5	2	3	4	4	3	33
39	5	5	5	5	4	2	2	2	3	33
40	3	3	3	5	3	4	3	4	4	32
41	4	3	4	5	4	4	5	5	5	39
42	3	4	5	5	2	3	3	3	4	32
43	1	5	5	5	2	1	1	3	3	26
44	5	5	5	5	5	4	4	4	5	42
45	1	5	4	5	1	1	1	5	1	24
46	1	5	4	5	2	5	1	4	2	29
	1,84	1,73	1,32	0,79	1,85	1,58	1,82	1,23	1,28	

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	9
Somatória das variâncias das questões	13,44
Variação das somas das questões	39,62

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,13$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,34$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,66$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,74$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Aceitável

Coefficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Límitrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS LOGÍSTICOS

Desafios Logísticos							
Respondentes	Questões						
	n	o	p	q	r	s	
1	5	3	1	2	3	4	18
2	5	3	2	2	1	5	18
3	5	5	3	3	4	4	24
4	4	3	1	2	3	2	15
5	5	4	3	3	2	5	22
6	4	5	1	2	3	3	18
7	4	5	1	4	4	4	22
8	4	4	1	1	2	4	16
9	4	4	3	5	4	4	24
10	5	5	3	4	4	2	23
11	4	5	2	2	3	2	18
12	4	4	3	3	4	3	21
13	4	5	3	5	4	4	25
14	3	2	2	2	4	3	16
15	4	2	2	1	1	2	12
16	5	5	2	3	4	4	23
17	5	5	2	1	5	4	22
18	5	5	1	5	5	5	26
19	5	5	4	5	5	5	29
20	5	4	3	1	4	5	22
21	4	3	2	1	3	2	15
22	5	5	2	5	5	5	27
23	4	4	5	4	4	4	25
24	2	2	4	2	3	4	17
25	5	5	1	5	5	5	26
26	5	5	4	3	4	5	26
27	4	2	2	2	4	4	18
28	5	5	5	5	5	5	30
29	5	5	1	5	5	5	26
30	4	2	5	4	4	3	22
31	5	5	3	3	3	4	23
32	3	3	3	3	3	3	18
33	4	4	2	2	4	2	18
34	2	3	1	1	4	4	15
35	3	2	1	2	4	4	16
36	5	5	5	5	5	5	30
37	5	1	1	1	5	5	18
38	4	4	2	2	4	2	18
39	5	5	5	4	2	2	23
40	5	4	1	3	3	3	19
41	4	4	4	5	4	4	25
42	5	4	2	2	4	4	21
43	5	4	1	1	4	4	19
44	5	3	2	3	5	5	23
45	5	3	1	2	4	5	20
46	4	4	4	4	2	2	20
	0,64	1,30	1,76	2,02	1,10	1,20	

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	6
Somatória das variâncias das questões	8,01
Variança das somas das questões	18,48

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,20$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,43$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,57$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,68$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Moderada/Límitrofe

Coefficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Límitrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS LOGÍSTICOS COM A SUPRESSÃO DA QUESTÃO “p”

Desafios Logísticos						
Questões						
Respondentes	n	o	q	r	s	
1	5	3	2	3	4	17
2	5	3	2	1	5	16
3	5	5	3	4	4	21
4	4	3	2	3	2	14
5	5	4	3	2	5	19
6	4	5	2	3	3	17
7	4	5	4	4	4	21
8	4	4	1	2	4	15
9	4	4	5	4	4	21
10	5	5	4	4	2	20
11	4	5	2	3	2	16
12	4	4	3	4	3	18
13	4	5	5	4	4	22
14	3	2	2	4	3	14
15	4	2	1	1	2	10
16	5	5	3	4	4	21
17	5	5	1	5	4	20
18	5	5	5	5	5	25
19	5	5	5	5	5	25
20	5	4	1	4	5	19
21	4	3	1	3	2	13
22	5	5	5	5	5	25
23	4	4	4	4	4	20
24	2	2	2	3	4	13
25	5	5	5	5	5	25
26	5	5	3	4	5	22
27	4	2	2	4	4	16
28	5	5	5	5	5	25
29	5	5	5	5	5	25
30	4	2	4	4	3	17
31	5	5	3	3	4	20
32	3	3	3	3	3	15
33	4	4	2	4	2	16
34	2	3	1	4	4	14
35	3	2	2	4	4	15
36	5	5	5	5	5	25
37	5	1	1	5	5	17
38	4	4	2	4	2	16
39	5	5	4	2	2	18
40	5	4	3	3	3	18
41	4	4	5	4	4	21
42	5	4	2	4	4	19
43	5	4	1	4	4	18
44	5	3	3	5	5	21
45	5	3	2	4	5	19
46	4	4	4	2	2	16
	0,64	1,30	2,02	1,10	1,20	

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	5
Somatória das variâncias das questões	6,25
Variação das somas das questões	14,56

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,25$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,43$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,57$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,71$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Aceitável

Coeficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limitrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS CULTURAIS E DE MERCADO

	Culturais e de mercado			
	Questões			
Respondentes	t	u	v	
1	4	3	5	12
2	1	1	1	3
3	5	5	4	14
4	5	2	4	11
5	5	1	4	10
6	5	2	4	11
7	5	5	4	14
8	3	4	5	12
9	4	4	4	12
10	5	4	3	12
11	5	2	3	10
12	3	2	2	7
13	5	4	4	13
14	2	2	2	6
15	2	2	2	6
16	4	5	4	13
17	5	5	3	13
18	5	5	5	15
19	5	1	4	10
20	5	5	5	15
21	5	5	4	14
22	5	5	5	15
23	5	4	4	13
24	5	4	5	14
25	5	5	5	15
26	5	5	5	15
27	4	4	4	12
28	5	5	5	15
29	5	5	3	13
30	5	4	5	14
31	5	4	5	14
32	3	3	3	9
33	5	3	3	11
34	4	2	1	7
35	4	4	4	12
36	5	5	5	15
37	5	1	1	7
38	3	4	2	9
39	3	2	2	7
40	4	3	3	10
41	4	4	5	13
42	4	2	4	10
43	4	4	4	12
44	4	3	5	12
45	5	3	3	11
46	5	5	4	14
	0,98	1,81	1,45	

Escala de <i>Likert</i> (Qualitativa)	Escala de <i>Likert</i> (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	3
Somatória das variâncias das questões	4,24
Variança das somas das questões	8,71

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,50$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,49$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,51$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,77$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Aceitável

Coeficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limítrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS GOVERNAMENTAIS E REGULATÓRIOS

Desafios Governamentais e Regulatórios					
Respondentes	Questões				
	w	x	y	z	
1	5	5	4	5	19
2	5	1	1	1	8
3	4	4	4	4	16
4	5	4	4	5	18
5	4	3	2	5	14
6	2	2	4	3	11
7	4	5	5	5	19
8	2	3	4	4	13
9	4	3	3	3	13
10	4	5	4	4	17
11	5	5	5	5	20
12	4	4	3	3	14
13	5	5	4	5	19
14	4	4	5	5	18
15	2	2	5	5	14
16	4	4	5	4	17
17	2	2	5	5	14
18	5	3	5	5	18
19	4	5	5	5	19
20	4	4	5	5	18
21	4	4	4	4	16
22	5	5	5	5	20
23	4	5	4	4	17
24	4	4	4	4	16
25	1	5	5	5	16
26	4	4	4	4	16
27	4	3	4	4	15
28	5	5	5	5	20
29	3	5	5	5	18
30	4	3	4	3	14
31	5	3	2	2	12
32	3	3	3	3	12
33	4	4	3	3	14
34	3	4	5	5	17
35	3	4	3	4	14
36	5	5	5	3	18
37	1	1	1	5	8
38	3	4	4	4	15
39	3	4	4	5	16
40	3	3	5	5	16
41	5	5	5	5	20
42	2	2	2	5	11
43	5	5	5	3	18
44	3	5	5	5	18
45	4	5	5	5	19
46	4	5	5	5	19
	1,22	1,32	1,24	0,95	

Escala de <i>Likert</i> (Qualitativa)	Escala de <i>Likert</i> (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	4
Somatória das variâncias das questões	4,72
Variança das somas das questões	9,15

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,33$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,52$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,48$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,64$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Moderada/Limítrofe

Coefficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limítrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS GOVERNAMENTAIS E REGULATÓRIOS COM A SUPRESSÃO DA QUESTÃO “w”

	Governamentais e Regulatórios			
	Questões			
Respondentes	x	y	z	
1	5	4	5	14
2	1	1	1	3
3	4	4	4	12
4	4	4	5	13
5	3	2	5	10
6	2	4	3	9
7	5	5	5	15
8	3	4	4	11
9	3	3	3	9
10	5	4	4	13
11	5	5	5	15
12	4	3	3	10
13	5	4	5	14
14	4	5	5	14
15	2	5	5	12
16	4	5	4	13
17	2	5	5	12
18	3	5	5	13
19	5	5	5	15
20	4	5	5	14
21	4	4	4	12
22	5	5	5	15
23	5	4	4	13
24	4	4	4	12
25	5	5	5	15
26	4	4	4	12
27	3	4	4	11
28	5	5	5	15
29	5	5	5	15
30	3	4	3	10
31	3	2	2	7
32	3	3	3	9
33	4	3	3	10
34	4	5	5	14
35	4	3	4	11
36	5	5	3	13
37	1	1	5	7
38	4	4	4	12
39	4	4	5	13
40	3	5	5	13
41	5	5	5	15
42	2	2	5	9
43	5	5	3	13
44	5	5	5	15
45	5	5	5	15
46	5	5	5	15
	1,32	1,24	0,95	

Escala de <i>Likert</i> (Qualitativa)	Escala de <i>Likert</i> (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	3
Somatória das variâncias das questões	3,51
Variação das somas das questões	7,01

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,50$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,50$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,50$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,75$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Aceitável

Coeficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limitrofe
$< 0,70$	Baixa

TODAS AS CATEGORIAS EM CONJUNTO

	Financeiros				Técnicos								Logísticos								Culturais				Governamentais e Regulatórios			
	Questões				Questões								Questões								Questões				Questões			
Respondentes	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z		
1	3	5	2	4	2	4	5	3	1	2	2	1	4	5	3	1	2	3	4	4	3	5	5	5	1	4	5	87
2	5	3	2	5	3	1	1	5	1	3	1	3	5	5	3	2	2	1	5	1	1	1	5	1	1	1	1	67
3	5	5	4	5	4	5	5	5	3	3	3	4	4	5	5	3	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	109	
4	2	5	2	3	1	2	4	4	1	2	3	2	3	4	3	1	2	3	2	5	2	4	5	4	4	4	5	78
5	4	5	3	5	5	5	1	4	4	4	5	5	5	5	4	3	3	2	5	5	1	4	4	3	2	5	101	
6	5	4	3	5	2	3	2	2	1	1	1	1	1	4	5	1	2	3	3	5	2	4	2	2	4	3	77	
7	4	4	1	5	4	5	5	4	2	1	2	4	4	4	5	1	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	100	
8	4	2	1	2	2	1	4	3	2	4	2	4	4	4	4	1	1	2	4	3	4	5	2	3	4	4	76	
9	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	99	
10	4	4	2	4	2	3	5	5	2	3	4	3	4	5	5	3	4	4	2	5	4	3	4	5	4	4	97	
11	4	5	2	4	2	4	4	5	2	2	2	4	4	4	5	2	2	3	2	5	2	3	5	5	5	5	92	
12	4	3	3	4	4	4	4	4	5	3	5	4	5	4	4	3	3	4	3	3	2	2	4	4	3	3	94	
13	4	4	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	3	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	108	
14	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	3	2	2	2	4	3	2	2	2	4	4	5	5	100	
15	3	5	4	4	4	2	3	2	2	2	2	3	2	4	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	5	5	70	
16	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	2	5	5	2	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	98	
17	5	5	5	3	5	1	3	3	2	1	2	4	4	5	5	2	1	5	4	5	5	3	2	2	2	5	92	
18	5	5	2	5	3	5	5	5	5	5	1	3	3	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	111	
19	3	4	3	5	2	5	3	4	5	3	3	5	4	5	5	4	5	5	5	5	1	4	4	5	5	5	107	
20	5	4	3	3	4	2	2	4	2	4	2	2	4	5	4	3	1	4	5	5	5	5	4	4	5	5	96	
21	3	4	4	4	4	4	4	5	3	3	2	5	4	4	3	2	1	3	2	5	5	4	4	4	4	4	94	
22	5	3	4	5	1	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	118	
23	4	4	2	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	109	
24	4	4	2	4	4	1	4	4	1	3	3	5	2	2	2	4	2	3	4	5	4	5	4	4	4	4	88	
25	5	1	1	5	5	5	3	5	3	1	5	5	3	5	5	1	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	104	
26	4	5	3	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	4	4	4	4	112	
27	4	4	2	4	2	2	2	4	2	3	2	4	3	4	2	2	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	83	
28	3	3	3	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	120	
29	3	5	3	5	1	3	3	5	1	1	3	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	100	
30	3	4	3	4	2	4	4	4	3	2	3	4	3	4	2	5	4	4	3	5	4	5	4	3	4	3	93	
31	4	3	3	3	3	5	5	5	3	2	3	3	3	5	5	3	3	3	4	5	4	5	5	3	2	2	94	
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	78	
33	4	3	2	2	3	4	5	4	2	3	2	3	3	4	4	2	2	4	2	5	3	3	4	4	3	3	83	
34	5	5	5	2	5	5	5	2	1	1	2	1	2	2	3	1	1	4	4	4	2	1	3	4	5	5	80	
35	5	5	3	4	1	2	4	4	3	3	3	4	4	3	2	1	2	4	4	4	4	4	3	4	3	4	87	
36	4	5	3	5	3	5	5	5	5	2	2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	115	
37	1	5	1	5	5	2	2	5	1	1	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	1	5	76	
38	3	4	3	4	4	4	4	5	2	3	4	4	3	4	4	2	2	4	2	3	4	2	3	4	4	4	89	
39	5	5	4	5	5	5	5	5	4	2	2	2	3	5	5	5	4	2	2	3	2	2	3	4	4	5	98	
40	4	5	3	3	3	3	3	3	5	3	4	3	4	4	5	4	1	3	3	4	3	3	3	3	5	5	92	
41	5	5	2	5	4	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	114	
42	4	5	1	5	3	4	5	5	2	3	3	3	3	4	5	4	2	2	4	4	4	2	4	2	2	5	89	

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	26
Somatória das variâncias das questões	34,14
Variância das somas das questões	173,99

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,04$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,20$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,80$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,84$$

$$\text{Confiabilidade} \Rightarrow \text{Boa}$$

Coefficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limitrofe
$< 0,70$	Baixa

TODAS AS CATEGORIAS EM CONJUNTO COM A SUPRESSÃO DAS QUESTÕES “p” E “w”

	Financeiros				Técnicos									Logísticos				Culturais			Governamentais e Regulatórios				
	Questões				Questões									Questões				Questões			Questões				
Respondentes	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	q	r	s	t	u	v	x	y	z	
1	3	5	2	4	2	4	5	3	1	2	2	1	4	5	3	2	3	4	4	3	5	5	4	5	81
2	5	3	2	5	3	1	1	5	1	3	1	3	5	5	3	2	1	5	1	1	1	1	1	1	60
3	5	5	4	5	4	5	5	5	3	3	3	4	4	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	102
4	2	5	2	3	1	2	4	4	1	2	3	2	3	4	3	2	3	2	5	2	4	4	4	5	72
5	4	5	3	5	5	5	1	4	4	4	5	5	5	5	4	3	2	5	5	1	4	3	2	5	94
6	5	4	3	5	2	3	2	2	1	1	1	1	1	4	5	2	3	3	5	2	4	2	4	3	68
7	4	4	1	5	4	5	5	4	2	1	2	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	95
8	4	2	1	2	2	1	4	3	2	4	2	4	4	4	4	1	2	4	3	4	5	3	4	4	73
9	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	92
10	4	4	2	4	2	3	5	5	2	3	4	3	4	5	5	4	4	2	5	4	3	5	4	4	90
11	4	5	2	4	2	4	4	5	2	2	2	4	4	4	5	2	3	2	5	2	3	5	5	5	85
12	4	3	3	4	4	4	4	4	5	3	5	4	5	4	4	3	4	3	3	2	2	4	3	3	87
13	4	4	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	100
14	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	3	2	2	4	3	2	2	2	4	5	5	94
15	3	5	4	4	4	2	3	2	2	2	2	3	2	4	2	1	1	2	2	2	2	2	5	5	66
16	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	2	5	5	3	4	4	4	5	4	4	5	4	92
17	5	5	5	3	5	1	3	3	2	1	2	4	4	5	5	1	5	4	5	5	3	2	5	5	88
18	5	5	2	5	3	5	5	5	5	5	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	105
19	3	4	3	5	2	5	3	4	5	3	3	5	4	5	5	5	5	5	5	1	4	5	5	5	99
20	5	4	3	3	4	2	2	4	2	4	2	2	4	5	4	1	4	5	5	5	5	4	5	5	89
21	3	4	4	4	4	4	4	5	3	3	2	5	4	4	3	1	3	2	5	5	4	4	4	4	88
22	5	3	4	5	1	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	111
23	4	4	2	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	100
24	4	4	2	4	4	1	4	4	1	3	3	5	2	2	2	2	3	4	5	4	5	4	4	4	80
25	5	1	1	5	5	5	3	5	3	1	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	102
26	4	5	3	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4	4	104
27	4	4	2	4	2	2	2	4	2	3	2	4	3	4	2	2	4	4	4	4	4	3	4	4	77
28	3	3	3	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	110
29	3	5	3	5	1	3	3	5	1	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	96
30	3	4	3	4	2	4	4	4	3	2	3	4	3	4	2	4	4	3	5	4	5	3	4	3	84
31	4	3	3	3	3	5	5	5	3	2	3	3	3	5	5	3	3	4	5	4	5	3	2	2	86
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	72
33	4	3	2	2	3	4	5	4	2	3	2	3	3	4	4	2	4	2	5	3	3	4	3	3	77
34	5	5	5	2	5	5	5	2	1	1	2	1	2	2	3	1	4	4	4	2	1	4	5	5	76
35	5	5	3	4	1	2	4	4	3	3	3	4	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	3	4	83
36	4	5	3	5	3	5	5	5	5	2	2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	105
37	1	5	1	5	5	2	2	5	1	1	5	5	5	5	1	1	5	5	5	1	1	1	1	5	74
38	3	4	3	4	4	4	4	5	2	3	4	4	3	4	4	2	4	2	3	4	2	4	4	4	84
39	5	5	4	5	5	5	5	5	4	2	2	2	3	5	5	4	2	2	3	2	2	4	4	5	90
40	4	5	3	3	3	3	3	5	3	4	3	4	4	5	4	3	3	3	4	3	3	3	5	5	88
41	5	5	2	5	4	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	105
42	4	5	1	5	3	4	5	5	2	3	3	3	4	5	4	2	4	4	4	2	4	2	2	5	85
43	5	3	2	4	1	5	5	5	2	1	1	3	3	5	4	1	4	4	4	4	4	4	5	3	83
44	4	5	2	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	3	3	5	5	4	3	5	5	5	5	106
45	3	5	1	5	1	5	4	5	1	1	1	5	1	5	3	2	4	5	5	3	3	5	5	5	83
46	4	5	3	5	1	5	4	5	2	5	1	4	2	4	4	4	2	2	5	5	4	5	5	5	91
	0,88	0,90	1,12	0,81	1,84	1,73	1,32	0,79	1,85	1,58	1,82	1,23	1,28	0,64	1,30	2,02	1,10	1,20	0,98	1,81	1,45	1,32	1,24	0,95	

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	24
Somatória das varianças das questões	31,15
Variança das somas das questões	149,19

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,04$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,21$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,79$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,83$$

$$\text{Confiabilidade} \Rightarrow \text{Boa}$$

Coefficiente	Confiabilidade
≥ 0,9	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limitrofe
< 0,70	Baixa

TODAS AS CATEGORIAS EM CONJUNTO COM A SUPRESSÃO DA CATEGORIA “DESAFIOS FINANCEIROS” DAS QUESTÕES “p” E “w”

Respondentes	Técnicos									Logísticos					Culturais			Governamentais e Regulatórios			
	Questões									Questões					Questões			Questões			
	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	q	r	s	t	u	v	x	y	z	
1	2	4	5	3	1	2	2	1	4	5	3	2	3	4	4	3	5	5	4	5	67
2	3	1	1	5	1	3	1	3	5	5	3	2	1	5	1	1	1	1	1	1	45
3	4	5	5	5	3	3	3	4	4	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	83
4	1	2	4	4	1	2	3	2	3	4	3	2	3	2	5	2	4	4	4	5	60
5	5	5	1	4	4	4	5	5	5	5	4	3	2	5	5	1	4	3	2	5	77
6	2	3	2	2	1	1	1	1	1	4	5	2	3	3	5	2	4	2	4	3	51
7	4	5	5	4	2	1	2	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	81
8	2	1	4	3	2	4	2	4	4	4	4	1	2	4	3	4	5	3	4	4	64
9	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	80
10	2	3	5	5	2	3	4	3	4	5	5	4	4	2	5	4	3	5	4	4	76
11	2	4	4	5	2	2	2	4	4	4	5	2	3	2	5	2	3	5	5	5	70
12	4	4	4	4	5	3	5	4	5	4	4	3	4	3	3	2	2	4	3	3	73
13	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	86
14	5	4	5	5	5	4	5	4	5	3	2	2	4	3	2	2	2	4	5	5	76
15	4	2	3	2	2	2	2	3	2	4	2	1	1	2	2	2	2	2	5	5	50
16	3	4	3	4	3	4	3	4	2	5	5	3	4	4	4	5	4	4	5	4	77
17	5	1	3	3	2	1	2	4	4	5	5	1	5	4	5	5	3	2	5	5	70
18	3	5	5	5	5	5	1	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	88
19	2	5	3	4	5	3	3	5	4	5	5	5	5	5	5	1	4	5	5	5	84
20	4	2	2	4	2	4	2	2	4	5	4	1	4	5	5	5	5	4	5	5	74
21	4	4	4	5	3	3	2	5	4	4	3	1	3	2	5	5	4	4	4	4	73
22	1	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	94
23	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	86
24	4	1	4	4	1	3	3	5	2	2	2	2	3	4	5	4	5	4	4	4	66
25	5	5	3	5	3	1	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	90
26	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4	4	88
27	2	2	2	4	2	3	2	4	3	4	2	2	4	4	4	4	4	3	4	4	63
28	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	96
29	1	3	3	5	1	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	80
30	2	4	4	4	3	2	3	4	3	4	2	4	4	3	5	4	5	3	4	3	70
31	3	5	5	5	3	2	3	3	3	5	5	3	3	4	5	4	5	3	2	2	73
32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
33	3	4	5	4	2	3	2	3	3	4	4	2	4	2	5	3	3	4	3	3	66
34	5	5	5	2	1	1	2	1	2	2	3	1	4	4	4	2	1	4	5	5	59
35	1	2	4	4	3	3	3	4	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	3	4	66
36	3	5	5	5	5	2	2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	88
37	5	2	2	5	1	1	5	5	5	5	1	1	5	5	5	1	1	1	1	5	62
38	4	4	4	5	2	3	4	4	3	4	4	2	4	2	3	4	2	4	4	4	70
39	5	5	5	5	4	2	2	2	3	5	5	4	2	2	3	2	2	4	4	5	71
40	3	3	3	5	3	4	3	4	4	5	4	3	3	3	4	3	3	3	5	5	73
41	4	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	88
42	3	4	5	5	2	3	3	3	4	5	4	2	4	4	4	2	4	2	2	5	70
43	1	5	5	5	2	1	1	3	3	5	4	1	4	4	4	4	4	5	5	3	69
44	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	3	3	5	5	4	3	5	5	5	5	90
45	1	5	4	5	1	1	1	5	1	5	3	2	4	5	5	3	3	5	5	5	69
46	1	5	4	5	2	5	1	4	2	4	4	4	2	2	5	5	4	5	5	5	74
	1.84	1.73	1.32	0.79	1.85	1.58	1.82	1.23	1.28	0.64	1.30	2.02	1.10	1.20	0.98	1.81	1.45	1.32	1.24	0.95	

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	20
Somatória das variâncias das questões	27,44
Variança das somas das questões	135,58

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,05$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,20$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,80$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,84$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Boa

Coefficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limitrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS ENTRE CATEGORIAS

	Gerat					
	Questões					
Respondentes	Financeiros	Técnicos	Logísticos	Culturais e de Mercado	Governamentais e Regulatórios	
1	3	4	5	3	5	20
2	5	2	4	1	3	15
3	5	3	4	5	4	21
4	5	4	3	4	4	20
5	5	5	5	5	4	24
6	5	3	3	5	4	20
7	5	5	5	5	5	25
8	4	2	4	3	4	17
9	2	4	4	4	4	18
10	4	4	5	5	5	23
11	3	4	4	5	5	21
12	5	4	3	3	3	18
13	4	5	5	4	5	23
14	4	5	3	3	5	20
15	4	2	3	2	4	15
16	4	3	4	4	5	20
17	5	4	4	5	4	22
18	5	5	5	5	5	25
19	4	3	5	4	5	21
20	5	3	5	5	5	23
21	4	3	3	5	5	20
22	5	5	4	1	1	16
23	4	4	5	5	5	23
24	4	4	2	5	4	19
25	5	1	2	5	3	16
26	5	5	5	5	5	25
27	4	2	4	4	5	19
28	5	5	5	5	5	25
29	5	5	5	3	5	23
30	3	4	3	5	4	19
31	2	3	5	5	2	17
32	3	3	3	3	3	15
33	4	3	3	5	3	18
34	5	2	2	4	5	18
35	4	4	2	3	3	16
36	3	4	5	5	5	22
37	1	2	1	1	1	6
38	3	4	4	4	4	19
39	5	4	5	2	4	20
40	4	4	4	5	4	21
41	5	4	3	5	5	22
42	3	4	5	2	2	16
43	5	4	4	4	4	21
44	4	5	4	4	5	22
45	5	5	5	5	5	25
46	5	4	4	5	5	23
	0,98	1,10	1,15	1,53	1,18	

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	5
Somatória das variâncias das questões	5,94
Variância das somas das questões	13,08

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,25$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,45$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,55$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,68$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Moderada/Limitrofe

Coefficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Limitrofe
$< 0,70$	Baixa

DESAFIOS ENTRE CATEGORIAS COM A SUPRESSÃO DA CATEGORIA “DESAFIOS FINANCEIROS”

	Geral				
	Questões				
Respondentes	Técnicos	Logísticos	Culturais e de Mercado	Governamentais e Regulatórios	
1	4	5	3	5	17
2	2	4	1	3	10
3	3	4	5	4	16
4	4	3	4	4	15
5	5	5	5	4	19
6	3	3	5	4	15
7	5	5	5	5	20
8	2	4	3	4	13
9	4	4	4	4	16
10	4	5	5	5	19
11	4	4	5	5	18
12	4	3	3	3	13
13	5	5	4	5	19
14	5	3	3	5	16
15	2	3	2	4	11
16	3	4	4	5	16
17	4	4	5	4	17
18	5	5	5	5	20
19	3	5	4	5	17
20	3	5	5	5	18
21	3	3	5	5	16
22	5	4	1	1	11
23	4	5	5	5	19
24	4	2	5	4	15
25	1	2	5	3	11
26	5	5	5	5	20
27	2	4	4	5	15
28	5	5	5	5	20
29	5	5	3	5	18
30	4	3	5	4	16
31	3	5	5	2	15
32	3	3	3	3	12
33	3	3	5	3	14
34	2	2	4	5	13
35	4	2	3	3	12
36	4	5	5	5	19
37	2	1	1	1	5
38	4	4	4	4	16
39	4	5	2	4	15
40	4	4	5	4	17
41	4	3	5	5	17
42	4	5	2	2	13
43	4	4	4	4	16
44	5	4	4	5	18
45	5	5	5	5	20
46	4	4	5	5	18
1,101,151,531,18					

Escala de Likert (Qualitativa)	Escala de Likert (Quantitativa)
Discordo Plenamente 1	1
Discordo	2
Neutro	3
Concordo	4
Concordo Totalmente	5

Número de questões	4
Somatória das variâncias das questões	4,96
Variação das somas das questões	10,17

$$\frac{k}{k-1} \Rightarrow 1,33$$

$$\frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T} \Rightarrow 0,49$$

$$\left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,51$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2 i}{\sigma^2 T}\right) \Rightarrow 0,68$$

Confiabilidade $\Rightarrow$ Moderada/Límitrofe

Coefficiente	Confiabilidade
$\geq 0,9$	Excelente
0,80 – 0,89	Boa
0,70 – 0,79	Aceitável
0,60 – 0,69	Moderada/Límitrofe
$< 0,70$	Baixa

APÊNDICE – D – VALORES CONFORME ESCALA *LIKERT*

DESAFIOS INTRACATEGORIA

Categoria	Desafios	Código	DT	D	N	C	CT
Financeiros (*)	a) Custo Elevado (custo inicial de implementação da construção volumétrica <i>offsite</i> é significativamente alto)	a	2%	4%	22%	43%	28%
	b) Faltam incentivos/subsídios governamentais (não há incentivos ou subsídios governamentais específicos para apoiar a adoção de métodos de construção volumétrica <i>offsite</i> , o que dificulta a competitividade e viabilidade econômica desse tipo de construção)	b	2%	2%	17%	33%	46%
	c) Baixo Retorno sobre o Investimento (ROI) (a construção volumétrica <i>offsite</i> apresenta um retorno sobre o investimento (ROI) considerado baixo ou demorado, o que pode desestimular investidores e empresas a adotarem essa abordagem)	c	13%	33%	37%	11%	7%
	d) Falta de Programas de Fomento e Financiamento Tecnológico (a ausência de programas públicos ou privados que incentivem a inovação e ofereçam financiamento específico para o desenvolvimento tecnológico na construção volumétrica <i>offsite</i> limita o crescimento e a modernização do setor)	d	0%	7%	13%	37%	43%
Técnicos	e) Conexões e montagens inadequadas (conexões entre módulos e a montagem no local podem ser insuficientes ou mal projetadas, comprometendo a segurança e a funcionalidade do sistema)	e	15%	17%	22%	26%	20%
	f) Dificuldade para redimensionar módulos no canteiro de obras (uma vez que os módulos são pré-fabricados com medidas específicas, é difícil realizar alterações ou ajustes de tamanho no local de construção, limitando a flexibilidade para atender necessidades específicas de projeto)	f	9%	13%	13%	30%	35%
	g) Falta de Códigos e Normas Padronizadas nos Setores-Chave (a construção volumétrica <i>offsite</i> ainda não possui regulamentações, normas técnicas e padronizações específicas e amplamente aceitas, o que gera incertezas e dificuldades na adoção e fiscalização dessa metodologia)	g	4%	9%	20%	30%	37%
	h) Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado (existe uma carência de profissionais com treinamento e experiência na construção volumétrica <i>offsite</i> , o que limita a qualidade, eficiência e confiabilidade dos projetos que utilizam essa tecnologia)	h	0%	7%	9%	33%	52%
	i) Interfaces de sistema complexas dentro dos módulos (os sistemas internos dos módulos, como elétrico, hidráulico e ventilação, são muitas vezes complexos e integrados, dificultando tanto a instalação quanto a manutenção desses componentes após a montagem)	i	20%	28%	20%	17%	15%
	j) Dificuldade em definir os tipos de empreendimentos mais adequados (ainda existe incerteza sobre quais tipos de construções, como residenciais, comerciais, ou industriais, se beneficiam mais da construção volumétrica <i>offsite</i> , dificultando a decisão de usá-la de maneira estratégica e vantajosa)	j	20%	17%	28%	26%	9%
	k) Desconexão entre Projeto, Produção, Construção e Decoração (as fases de projeto, fabricação, construção e acabamento frequentemente não estão alinhadas entre si, o que pode resultar em incompatibilidades, ajustes inesperados e desperdício de tempo e recursos)	k	13%	28%	26%	11%	22%
	l) Capacidade insuficiente para investigação básica e inovação (a construção volumétrica <i>offsite</i> ainda carece de apoio financeiro e estrutural para pesquisa e desenvolvimento, limitando o avanço de novas tecnologias e processos inovadores na área)	l	7%	7%	20%	43%	24%

Categoria	Desafios	Código	DT	D	N	C	CT
Logísticos	m) Má gestão entre várias interfaces (a coordenação entre diferentes etapas e equipes do projeto, fabricação, logística e montagem, é frequentemente ineficiente, resultando em falhas de comunicação, atrasos e retrabalho)	m	4%	11%	24%	33%	28%
	n) Transporte de módulos de grande porte (dificuldades devido ao tamanho e peso das peças, exigindo rotas específicas, licenças especiais e cuidados adicionais para garantir que cheguem ao destino sem danos)	n	0%	4%	7%	37%	52%
	o) Proteção durante o transporte (os módulos precisam de proteção adequada contra danos climáticos e físicos durante o transporte)	o	2%	13%	17%	28%	39%
	p) Vida útil da edificação (*) (A construção volumétrica <i>offsite</i> pode ser percebida como menos adequada para edificações que precisam ter uma vida útil prolongada, devido a preocupações relacionadas à durabilidade e à resistência estrutural ao longo do tempo, em comparação com os métodos construtivos tradicionais)	p	30%	28%	20%	11%	11%
	q) Prazos de entrega (a entrega dos módulos dentro do prazo estipulado pode ser desafiadora, pois depende de uma coordenação precisa entre fornecedores, transportadores e equipes de montagem no canteiro de obras)	q	17%	28%	20%	13%	22%
	r) Instalações e opções de cadeia de suprimentos limitadas (a construção volumétrica <i>offsite</i> depende de fornecedores e instalações especializadas que nem sempre estão amplamente disponíveis, o que pode aumentar os custos e causar atrasos na entrega dos módulos)	r	4%	9%	20%	46%	22%
Culturais e de Mercado	s) Limitações de infraestrutura e espaço (o canteiro de obras pode ter infraestrutura ou espaço insuficiente para receber e manusear módulos de grande porte, dificultando a movimentação e armazenamento seguro dos módulos e seus acessórios)	s	0%	20%	13%	37%	30%
	t) Resistência cultural (há uma resistência cultural no setor de construção e entre os clientes em aceitar a construção volumétrica <i>offsite</i> como uma alternativa viável aos métodos tradicionais, devido a preconceitos ou falta de familiaridade com essa abordagem)	t	2%	4%	11%	24%	59%
	u) Baixa demanda de mercado (o mercado para construção volumétrica <i>offsite</i> ainda é limitado, com baixa demanda por parte de clientes individualizados, empresas ou governos, o que dificulta o crescimento e investimento nessa modalidade de construção)	u	9%	20%	13%	28%	30%
	v) Falta de colaboração e contratos entre partes interessadas (a construção volumétrica <i>offsite</i> enfrenta dificuldades na colaboração entre arquitetos, engenheiros, construtoras e fornecedores, agravadas pela falta de contratos específicos de colaboração que formalizem e incentivem essa cooperação)	v	7%	11%	17%	35%	30%
Governamentais e Regulatórios	w) Ausência de orientação técnica e padrões governamentais (*) (o governo não fornece orientações técnicas, padrões ou melhores práticas específicas para a construção volumétrica <i>offsite</i> , o que cria incertezas e falta de diretrizes claras para o setor)	w	4%	11%	17%	41%	26%
	x) Insegurança jurídica, burocracia e lentidão em normas imobiliárias (construção volumétrica <i>offsite</i> enfrenta insegurança jurídica devido à burocracia e à lentidão na aprovação de normas relacionadas ao direito imobiliário, à padronização de processos e à repetibilidade de projetos)	x	4%	9%	20%	30%	37%
	y) Reformas estruturais, administrativas e políticas lentas (as mudanças necessárias em estruturas administrativas e políticas, que poderiam facilitar e incentivar a construção volumétrica <i>offsite</i> , são implementadas de forma lenta, dificultando avanços no setor)	y	4%	7%	11%	33%	46%

Categoria	Desafios	Código	DT	D	N	C	CT
	z) Falta de Isonomia Tributária (a ausência de uma reforma tributária que permita isonomia nas tributações coloca a construção volumétrica <i>offsite</i> em desvantagem em relação a outros métodos construtivos, aumentando os custos e reduzindo sua competitividade)	z	2%	2%	17%	24%	54%

(*) Suprimidos na análise

DESAFIOS ENTRE CATEGORIAS

DESAFIOS	DT	D	N	C	CT
Desafios Financeiros	2%	4%	15%	33%	46%
Desafios Técnicos	2%	13%	20%	41%	24%
Desafios Logísticos	2%	9%	22%	30%	37%
Desafios Culturais e de Mercado	7%	7%	15%	22%	50%
Desafios Governamentais e Regulatórios	4%	4%	13%	30%	48%

APÊNDICE – E – VALORES DE IIR

IIR INTRACATEGORIA

Desafios (intracategorias)	Média	IIR	Classificação dentro da categoria	Classificação geral
Técnicos				
e) Conexões e montagens inadequadas	3,174	0,635	6	16
f) Dificuldade para redimensionar módulos no canteiro de obras	3,696	0,739	4	13
g) Falta de Códigos e Normas Padronizadas nos Setores-Chave	3,870	0,774	2	7
h) Escassez de competências, mão de obra qualificada e a experiência limitada no mercado	4,304	0,861	1	3
i) Interfaces de sistema complexas dentro dos módulos	2,804	0,561	9	20
j) Dificuldade em definir os tipos de empreendimentos mais adequados	2,870	0,574	8	19
k) Desconexão entre Projeto, Produção, Construção e Decoração	3,000	0,600	7	17
l) Capacidade insuficiente para investigação básica e inovação	3,717	0,743	3	10
m) Má gestão entre várias interfaces	3,696	0,739	4	13
Logísticos				
n) Transporte de módulos de grande porte	4,370	0,874	1	1
o) Proteção durante o transporte	3,891	0,778	2	6
q) Prazos de entrega	2,935	0,587	5	18
r) Instalações e opções de cadeia de suprimentos limitadas	3,717	0,743	4	10
s) Limitações de infraestrutura e espaço	3,783	0,757	3	9
Culturais e de Mercado				
t) Resistência cultural	4,326	0,865	1	2
u) Baixa demanda de mercado	3,522	0,704	3	15
v) Falta de colaboração e contratos entre partes interessadas	3,717	0,743	2	10
Governamentais e regulatórios				
x) Insegurança jurídica, burocracia e lentidão em normas imobiliárias	3,870	0,774	3	7
y) Reformas estruturais, administrativas e políticas lentas	4,087	0,817	2	5
z) Falta de Isonomia Tributária	4,261	0,852	1	4

IIR ENTRE CATEGORIAS

Desafios (entre categorias)	Média	IIR	Classificação geral
Técnicos	3,717	0,743	5
Logísticos	3,913	0,783	4
Culturais e de Mercado	4,022	0,804	3
Governamentais e regulatórios	4,130	0,826	2
Financeiros	4,152	0,830	1

$$IIR = \frac{Média}{A}$$

Em que:

Média = média das respostas atribuídas a cada desafio

A = pontuação máxima da escala (5 nesta pesquisa)