

ANÁLISE DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS NA CIDADE DE SÃO PAULO

FERRO, Janaina (1); GAVELAN, Victor (2); MENDES, Flavio (3); RIBEIRO, Fernanda (4); SEABRA, Julia (5)

(1) Universidade de São Paulo, janaina.ferro@usp.br

(2) Universidade de São Paulo, v.alva@usp.br

(3) Universidade de São Paulo, flaviomendes@usp.br

(4) Universidade de São Paulo, fernandaribeiro.arq@gmail.com

(5) Universidade de São Paulo, juliasmanuel@gmail.com

RESUMO

Tanto no contexto nacional como no global, a construção civil apresenta uma baixa produtividade se comparada a outros setores. Este trabalho busca entender o nível de industrialização na construção de edifícios residenciais na cidade de São Paulo e quais são os benefícios e desafios enfrentados na aplicação de sistemas industrializados, através da percepção de profissionais do setor. Para isso, foi elaborada uma revisão bibliográfica e aplicado um questionário respondido por diversos profissionais atuantes na área. Os resultados mostraram que a maioria dos participantes têm conhecimento sobre o tema e consciência dos benefícios gerados, como redução de prazos e melhora na qualidade e produtividade, sendo que a maioria das empresas envolvidas no questionário aplicam algum sistema industrializado. Apesar do cenário favorável e conhecido, a questão cultural de cada empresa e aumentos de custos foram os fatores mais citados como desafios a serem vencidos pelo setor da construção civil quando falamos de industrialização.

Palavras-chave: Industrialização. Construção civil. Edifícios residenciais. Benefícios e desafios.

ABSTRACT

Analysing national and global context, civil construction has a lower productivity if compared to other sectors. This work seek to understand the level of industrialization in the residential's construction buildings located in São Paulo's city and what are the benefits and challenges involved in the application of industrialized sistemas, through the perception of professionals who works within. Therefore, a bibliographic review was prepares and a questionnaire answered by several civil construction professionals. The results show that most of participants have knowledge about the theme and awareness of the benefits generated, such as redution of deadlines and improvement in quality and productivity. Despite the favorable and known scenario, the cultural and particular issue of each company and cost increases were the most cited factors as challenges to be overcome by civil constrution área when we talk about industrialization.

Keywords: Industrialization. Civil Construction. Residential Building. Benefits and challenges.

1 INTRODUÇÃO

A produtividade na construção civil geralmente fica abaixo daquela alcançada em outros setores industriais. (MELLO; AMORIM, 2009) Globalmente, a indústria da construção cresceu 1% ao ano durante as últimas duas décadas, representando um terço do crescimento econômico global e um quarto do crescimento da indústria de

manufatura. (BARBOSA; WOETZEL; MISCHKE, 2017)

O setor globalmente pouco produtivo, apresenta resultados ainda piores no contexto brasileiro. A produtividade brasileira representa 15% da americana. No Brasil, o tempo médio para a conclusão de obras de edificação é três vezes superior ao observado nas construções americanas e o dobro do tempo empregado nas construções europeias. O processo de licenciamento de obras no Brasil consome o dobro do tempo em comparação com os Estados Unidos e, em média, é 50% mais longo do que o gasto na União Europeia. (MELLO; AMORIM, 2009)

Por definição, produtividade pode englobar alguns conceitos não se restringindo a otimização de tempo x recursos. King et al traz uma definição do Centro de Produtividade do Japão: "Produtividade é minimizar cientificamente o uso de recursos materiais, mão de obra, equipamentos etc., para reduzir custos de produção, expandir mercados, aumentar o número de pessoas empregadas, lutar por aumentos reais de salários e pela melhoria do padrão de vida no interesse comum do capital, trabalho e consumidores 2010, 1030." Com isso, pode-se considerar que produtividade também está diretamente relacionada não apenas com eficiência, otimização de tempo e recursos, mas também com qualidade de vida das pessoas que estão envolvidas no processo de educação, tomando uma forma mais ampla que apesar de não ser aprofundada neste trabalho é importante ser citada.

Dos diversos fatores que têm contribuído para uma menor produtividade da construção, podemos destacar a fragmentação da indústria, contratações complexas, normas de construções complicadas e baixos níveis de investimento em tecnologia e digitalização. Ao mesmo tempo, o mercado da construção exige produtos mais rapidamente, a preços mais baixos e com qualidade superior. (RAZKENARI et al., 2020)

A adoção de sistemas construtivos pré-fabricados oferece uma redução significativa na degradação ambiental, ao mesmo tempo que alcança ganhos de produtividade significativos, diminuindo as necessidades de mão-de-obra e melhorando as condições de trabalho. Esse sistema é uma das tecnologias de construção predominantes e crescentes nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, sendo que em alguns deles desenvolvem-se inclusive políticas de incentivo ao seu uso. (AKMAM et al., 2018)

A sondagem realizada pelo FGV IBRE em abril de 2023 junto às empresas de construção do País trouxe um retrato bastante negativo em relação ao Brasil neste tema: apenas 34,6% das empresas fazem uso de sistemas pré-fabricados em suas obras. O melhor resultado é alcançado junto às empresas de Edificações Não Residenciais – 47,7%. Mesmo entre as empresas que fazem uso de sistemas industrializados, apenas 24,5% usam os sistemas em mais de 50% de suas obras. (CASTELO; VIANA; VIEIRA, 2023)

Este trabalho busca contribuir para o entendimento do estado da industrialização na construção residencial na cidade de São Paulo, os principais fatores que influenciam na decisão de adoção destes métodos e examinar os benefícios e desafios associados à industrialização.

Vale destacar que a relação entre industrialização e construção civil existe há algum tempo e foi objeto de pesquisas e trabalhos divulgados, mas mesmo com o tema já debatido, a discussão ainda se faz necessária e atual pela sua complexidade envolvendo diversos agentes e fatores tanto internos como externos nas empresas do

setor.

2 OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo geral analisar a percepção dos profissionais da construção civil brasileira, com ênfase no setor de edificações residenciais, sobre os sistemas industrializados de construção, bem como os fatores que influenciam a sua implementação. A pesquisa visa identificar os benefícios e desafios da industrialização, bem como os fatores que influenciam a sua implementação. Os resultados da pesquisa serão utilizados para subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas e ações privadas para promover a industrialização da construção civil na cidade. Os objetivos específicos são:

- Identificar o nível de industrialização da construção de edifícios residenciais na cidade de São Paulo;
- Identificar os benefícios e desafios de implementação de sistemas industrializados no contexto brasileiro.

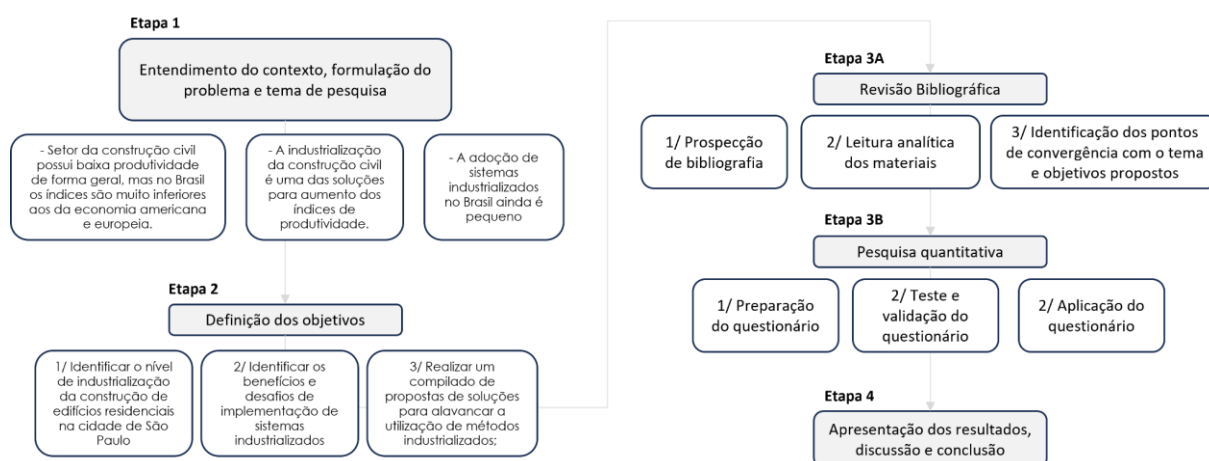
A pesquisa espera contribuir para o entendimento do estado da industrialização da construção de edifícios residenciais na cidade de São Paulo. Os resultados da pesquisa poderão ser utilizados para subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas e ações privadas para promover a industrialização da construção na cidade.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esse estudo terá abordagem mista de pesquisa, sendo descritiva e exploratória. A metodologia desta pesquisa será fundamentada por revisão bibliográfica e coleta de dados por meio de questionários, a fim de obter uma perspectiva geral de uma variedade de profissionais da construção. O uso de ambientes virtuais para coleta de dados oferece diversas vantagens, como a capacidade de envolver participantes de diferentes localizações geográficas a baixo custo. Além disso, proporciona imparcialidade e anonimato, evitando a influência pessoal do pesquisador sobre os participantes. A comodidade é favorecida, pois os participantes podem responder ao instrumento no momento mais adequado, os dados são automaticamente transformados em banco de dados e podem ser acompanhados em tempo real. (FALEIROS et al., 2016)

A Figura 1 ilustra o fluxo metodológico adotado para este trabalho. A pesquisa teve início com a formulação do problema de estudo e definição dos objetivos, tanto geral quanto específicos. Uma análise da literatura foi realizada para determinar os diferentes sistemas industrializados existentes na atualidade e aplicáveis em edifícios residenciais, identificar os benefícios da utilização destes métodos construtivos, levantar as principais barreiras para sua adoção e as propostas de soluções para transpô-las.

Figura 1 – Fluxo metodológico da pesquisa



Fonte: Os autores

A partir dos pontos levantados em pesquisa bibliográfica, foram elaboradas as questões para pesquisa através de questionário. Buscou-se avaliar as dificuldades das incorporadoras e construtoras em relação à desvios de prazos e custos, o estado atual da adoção de sistemas industrializados nas empresas participantes, a percepção dos participantes quanto aos benefícios da industrialização, as barreiras para sua adoção e a aceitação pelos clientes. Por fim, procurou-se entender através de perguntas de escala quais as expectativas futuras para o setor da construção civil, a possibilidade de maior adesão ao uso de sistemas industrializados e a importância de políticas públicas de incentivo ao aumento de produtividade.

O conjunto de perguntas foi dividido em 4 sessões, conforme detalhado na Tabela 1. Na seção 3, o questionário se divide em dois roteiros distintos, sendo um para empresas que já utilizam de métodos construtivos industrializados e outra para empresas que não fazem esse uso. Tal estratégia foi adotada visando adaptar o texto para a realidade do público e garantir a sua compreensão.

Quadro 1 – Composição do questionário

Seção	Escopo	Questões
1	- Perfil profissional dos participantes (nível e área de formação, tempo de experiência e variedade de empresas, cargo atual)	1-5
2	- Perfil da empresa (tipo de empresa, quantidade de colaboradores, quantidade de projetos, padrão dos empreendimentos) - Dificuldades enfrentadas pela empresa (identificação de atraso nos cronogramas e possíveis causas, identificação de desvios orçamentários e gastos com pós-obra)	6-13
3	"Sua empresa utiliza algum sistema construtivo industrializado?"	14
	Sim	Não
3	- Sistemas utilizados, benefícios verificados, desafios enfrentados e nível de aceitação pelos clientes	- Benefícios percebidos e barreiras para implementação
4	- Expectativas futuras e políticas públicas (relação entre produtividade e industrialização, importância da industrialização e políticas públicas de incentivo, percepção do nível de evolução da industrialização no futuro)	15-18 19-22

Fonte: Os autores

O questionário foi aplicado a uma unidade de amostra composta por profissionais da construção civil das seguintes categorias de empresas localizadas na cidade de São Paulo-SP: uma incorporadora e construtora especialista na aplicação de métodos industrializados, uma gerenciadora de empreendimentos com experiência nos métodos de construção tradicional e industrializado e três incorporadoras e construtoras de grande reconhecimento na região. Além desta aplicação, o questionário foi divulgado através de redes sociais e lista de transmissão de e-mails direcionada ao público-alvo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Do ponto de vista conceitual, construção industrializada refere-se a uma obra ou projeto que emprega um sistema construtivo, nas fases estruturais ou de fechamento, fabricado em ambiente fabril (interno ou externo) e posteriormente montado ou instalado em sua posição final com o mínimo trabalho no local (NAWI et al., 2018). No entanto, ao considerar todas as opções disponíveis no mercado, o termo pode abranger qualquer obra ou projeto que utilize soluções industrializadas para aumentar a produtividade na entrega do produto final. Isso pode envolver a implementação de sistemas construtivos, sub-sistemas, processos de gestão, produção ou logística. (TECVERDE, [2023?])

Ainda, de acordo com Warszawski (apud NAWI et al., 2018), "A construção industrializada é um processo genérico de padronização e racionalização dos processos de trabalho na indústria para alcançar eficiência de custos, maior produtividade e qualidade."

Dessa forma, a construção industrializada é uma evolução na abordagem construtiva que promove a integração de métodos eficientes de produção industrial com os requisitos específicos do setor de construção civil, com o objetivo de aumentar a produtividade, a qualidade e a eficiência dos projetos.

4.1 Métodos industrializados para sistemas estruturais

Segundo Dias et al. (2013), as construções industrializadas podem ser agrupadas em quatro tipos principais, tendo como base a sua tipologia estrutural: estrutura reticulada, estrutura parede, estrutura mista combinando elementos lineares e paredes e construção modular (células tridimensionais). Na última década, a utilização de impressão 3D começou a ser aplicada no ambiente da construção civil. Com o avanço rápido dos estudos e aplicações desta tecnologia, sugere-se que esta poderia ser considerada como uma quinta tipologia aos grupos inicialmente propostos por Dias et al. em 2013.

4.1.1 Estruturas reticuladas

Os diversos componentes estruturais são montados no terreno, formando a estrutura do edifício. Nessa tipologia de construção industrializada, merecem destaque as soluções pré-fabricadas de concreto, aço e madeira. A seguir, serão delineados seus principais aspectos característicos.

4.1.1.1 Sistemas estruturais industrializados em concreto

Em termos gerais, as regras e procedimentos de cálculo para um projeto de estrutura pré-fabricada seguem os mesmos critérios aplicados a projetos de estruturas

moldadas no local. No entanto, ao elaborar um projeto para esse sistema construtivo, é crucial adotar precauções, uma vez que ele não permite ajustes de dimensões das peças no último momento. A distinção entre um projeto de estrutura pré-fabricada e um de concreto moldado no local reside principalmente na análise estrutural. Isso se deve à necessidade de considerar diversas situações de cálculo, como desmoldagem, transporte, armazenamento e montagem, além da situação final da estrutura. Também é necessário levar em conta as conexões entre os elementos pré-fabricados que compõem a estrutura. (PAULANI, 2008)

O sistema destaca-se por sua rápida instalação, eficiente isolamento acústico e resistência ao fogo, com a possibilidade de preparação da superfície para pintura. No entanto, as desvantagens estão associadas a uma menor flexibilidade no projeto, tornando praticamente impossíveis adaptações futuras. (ACKER, 2002)

4.1.1.2 Sistemas estruturais industrializados em aço

A versatilidade e elevada resistência mecânica do aço possibilitam a criação de estruturas que superam grandes vãos, viabilizando projetos arquitetônicos inovadores. Além disso, as estruturas em aço, devido às menores dimensões e peso reduzido das peças, diminuem a carga nas fundações, proporcionando um aumento na área útil construída e uma utilização mais eficiente do espaço interno. A compactidade e leveza das peças de aço também resultam em redução no transporte de materiais para a obra. Esse sistema construtivo pode reduzir significativamente o tempo de execução do projeto, permitindo a sobreposição de etapas. A montagem, guiada por rigorosas especificações dimensionais, resulta em uma estrutura nivelada e aprumada. Isso minimiza o desperdício de materiais e serve como guia para as etapas subsequentes da obra. O aço permite adaptações e ampliações sem comprometer significativamente o espaço interno ou aumentar a carga nas fundações. Além disso, é 100% reciclável, possibilitando a reutilização de estruturas antigas na fabricação de novas, seja por montagem e desmontagem ou fundição para a produção de novas peças. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2015)

Dentre as soluções construtivas industrializadas que empregam os perfis de aço, o sistema Light Steel Framing (LSF) tem despertado considerável interesse no mercado nacional. Esse sistema é concebido de maneira racional, tendo como característica principal uma estrutura composta por perfis formados a frio de aço galvanizado. Esses perfis são empregados na composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhado e outros componentes. (CRASTO, 2005)

4.1.1.3 Sistemas estruturais industrializados em madeira

O wood frame é um sistema construtivo que utiliza peças de madeira maciça serrada e fechamento com chapas delgadas. As placas externas podem ser compostas por diversos materiais, como OSB, compensado de madeira, entre outros, enquanto as placas internas podem incluir gesso acartonado para drywall. A madeira deve ser legalmente obtida, proveniente de florestas plantadas ou nativas, com desmatamento ou manejo florestal aprovado pelo IBAMA. Esse método é considerado construção seca, com baixo consumo de água, proporcionando excelente desempenho térmico na habitação e reduzindo o consumo de energia tanto no processo produtivo quanto durante a ocupação do imóvel. Isso o torna uma opção energeticamente eficiente, além de promover um canteiro de obras com

baixo impacto ambiental e a reutilização de materiais. A eficiência do processo industrializado contribui para a otimização dos recursos, resultando em um baixo índice de desperdício de materiais. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2015).

4.1.1.4 Estruturas mistas

O termo "sistema misto aço-concreto" refere-se à colaboração entre um perfil de aço (laminado, soldado ou formado a frio) e o concreto (geralmente armado), resultando em elementos como pilares, vigas, lajes ou ligações mistas. A interação entre o aço e o concreto pode ocorrer por meios mecânicos, atrito ou simples aderência e distribuição de cargas. Estruturas mistas, compostas por conjuntos desses sistemas, são comumente utilizadas na construção de edifícios e pontes. Além das opções variadas e dos benefícios arquitetônicos e econômicos, os sistemas mistos apresentam vantagens em relação às estruturas de concreto armado e de aço. Em comparação com estruturas de concreto armado, oferecem a possibilidade de dispensar formas e escoramentos, reduzindo o prazo de execução, o peso próprio e o volume da estrutura, resultando em economia nos custos de fundação e maior precisão dimensional. Em comparação com estruturas de aço, proporcionam redução significativa no consumo de aço estrutural, diminuição das necessidades de proteção contra incêndio e corrosão, e aumento da rigidez da estrutura. (QUEIROZ; JOSÉ PIMENTA; GALVÃO MARTINS, 2012)

4.1.2 Estruturas de parede

O sistema construtivo de paredes de concreto armado moldadas "in loco" permite a criação de paredes e lajes de um pavimento completo de uma só vez, através de formas metálicas de alumínio reaproveitáveis. As peças resultantes são monolíticas, distribuindo esforços por toda a área e sendo contínuas, sem juntas aparentes. Internamente, incorpora elementos embutidos, como caixilhos, eletrodutos e tubulações. (GÓES, 2013)

4.1.3 Construção modular

A construção modular é um método de construção civil que envolve a produção de módulos individuais em fábricas modernas. Esses módulos são transportados para o local da obra e montados, o que torna o processo construtivo mais eficiente e preciso. Além disso, a modularidade oferece uma abordagem sustentável e economicamente viável para projetos arquitetônicos diversificados.

A construção modular é um método otimizado da construção civil que envolve a fabricação de módulos individuais em linhas de montagem de fábricas modernas que são posteriormente transportados para o local da obra, onde são apenas montados, constituindo edifícios de forma eficiente e precisa. (JORGE; RAVACHE, 2021), ademais, a construção modular representa uma abordagem distintiva para edificações externas, caracterizada pela utilização de unidades modulares. Esses módulos podem ser fabricados previamente em uma instalação, englobando não apenas elementos estruturais, mas também componentes espaciais (Li, Y., & Chen, L., 2020).

4.1.4 Impressão 3D

A impressão 3D é uma tecnologia de manufatura aditiva em que o modelo tridimensional de um objeto é fabricado através da sobreposição sucessiva de camadas de material, a partir de um modelo computacional (FORMIGA; CARNEIRO, 2021).

A impressão 3D tem potencial para revolucionar a indústria da construção, pois permite reduzir o tempo e o custo da construção, bem como o desperdício. Esta tecnologia certamente fará parte do futuro da construção civil, mas ainda há um longo caminho para atingir o seu potencial e garantir uma implementação generalizada. As pesquisas avançam em diversas áreas, especialmente nos aspectos robóticos e materiais (EL-SAYEGH et al, 2020).

4.2 Métodos industrializados de vedações

4.2.1 Vedações internas

O drywall é um sistema construtivo utilizado como vedação vertical interna em construções, sem desempenhar função estrutural. Sua aplicação abrange construções residenciais e não residenciais, sendo utilizado em paredes, forros e revestimentos. O sistema consiste em chapas de gesso para drywall com 1.200 mm de largura, fixadas em estruturas de aço galvanizado. Para construções residenciais, a NBR 15575 estabelece requisitos de desempenho acústico, resistência ao fogo, durabilidade, entre outros, que são parâmetros para a definição da configuração da parede. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2015).

4.2.2 Vedações externas

Cinco diferentes tipologias para a vedação de fachadas já são largamente utilizadas em outros países e finalmente vêm encontrando um cenário da construção nacional mais aberto e com maior possibilidade de viabilidade, tanto técnica como econômica, a saber : estruturas leves de aço (light steel framing – LSF); painéis metálicos isolantes para vedação de fachadas – PMI; painéis pré-fabricados de concreto para vedação de fachadas – PFC; sistemas de vedação de fachadas com vidro – FDV; sistemas de revestimento cortina ou ventilado – RCV (MEDEIROS et al, 2014).

4.3 Métodos industrializados de coberturas

No sistema pré-fabricado de coberturas, a base fundamental reside na substituição das peças secundárias, como terças e caibros, por tesouras pré-fabricadas. O madeiramento adicional é substituído por sarrafos, desempenhando a função de ripas para telhas cerâmicas ou de terças para telhas de fibrocimento ou metálicas. Uma característica fundamental das estruturas pré-fabricadas é a adoção de conectores metálicos com dentes estampados, conhecidos como conectores "GANG-NAIL", nas ligações entre as barras da tesoura. O uso desses conectores requer que todas as barras da estrutura, seja em tração ou compressão, tenham a mesma espessura e estejam no mesmo plano de montagem, em contraste com as estruturas do sistema convencional. (PARTEL, 2000)

4.4 Métodos industrializados de instalações

Os conjuntos dos kits hidráulicos prediais industrializados abrange tubos, conexões,

válvulas e acessórios, reproduzindo instalações hidráulicas completas, acompanhados por estruturas de fixação (alguns modelos possuem estruturas metálicas ou plásticas para fixação em alvenaria ou drywall). Esses kits são fabricados em larga escala em fábricas e passam por rigorosos testes de qualidade. A entrega dos materiais nos canteiros ocorre de maneira organizada e identificada, com informações sobre o modelo, local e ambiente de instalação. Esses kits são particularmente úteis em situações de alta repetição do sistema, como em edifícios e conjuntos habitacionais. Sua incorporação deve ser prevista na fase de projeto, com a definição de requisitos técnicos e a personalização conforme as necessidades específicas de cada empreendimento. (DI RUZZA; CARDOSO, 2021)

4.5 Potenciais benefícios da construção industrializada

O emprego de sistemas construtivos industrializados possibilita a produção em maior escala, com aprimorada qualidade, controle mais eficiente e demonstração de desempenho ambiental, tudo em um prazo mais curto em comparação a outros métodos construtivos. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2015)

Razkenari (2020) adiciona que a construção industrializada também tem um fator positivo de previsibilidade, que permite que o cronograma e os custos da construção sejam estimados com mais precisão do que nos métodos convencionais. Embora algumas metodologias de construção industrializada possam ser mais caras que os métodos convencionais, a economia de tempo afeta diretamente os custos gerais de construção.

Observou-se também que a pré-fabricação poderia reduzir significativamente os impactos ambientais frequentemente gerados pelas práticas construtivas convencionais. Tam et al. (2007) examinaram as taxas de redução de desperdício ao implementar a pré-fabricação em diversos setores da construção. Em comparação com projetos convencionais, os autores constataram que a adoção da pré-fabricação poderia resultar em uma redução de 100% no desperdício para reboco, mais de 90% para colocação de concreto e vergalhões, e aproximadamente 74% para ladrilhos.

4.6 Dificuldades de implementação da construção industrializada

Vários artigos publicados sobre o tema exploram as dificuldades de implementação de sistemas industrializados na construção. Ali et al. (2018) identificam como principais barreiras a falta de conhecimento e de trabalhadores qualificados, além de problemas com custo e variedades de design. Já Akmam et al. (2018) exploram uma quantidade maior de fatores de influência nessa tomada de decisão e os organizam em três categorias: fatores contextuais, fatores estruturais e fatores comportamentais.

No que diz respeito ao Brasil, o artigo publicado em 2022 por Bataglin et al. não tem como objetivo a investigação das dificuldades de implementação dos métodos industrializados, mas os autores citam que:

Embora a adoção de sistemas construtivos industrializados reduza a complexidade de algumas tarefas de montagem no local e também a variabilidade em algumas atividades de transformação realizadas num ambiente controlado, introduz outras fontes de complexidade, tais como (i) curto prazo de entrega, o que contribui para aumentar o número de interdependências entre tarefas; (ii) incerteza em relação aos requisitos do cliente, pois o pedido de produção de alguns componentes industrializados é feito ainda na fase de projeto; (iii)

conflitos inesperados entre diferentes sistemas construtivos e componentes que precisam ser instalados no local; (iv) interdependências entre diferentes unidades de produção, ou seja, equipes de projeto, fábricas e equipes de montagem no local. (BATAGLIN ET AL., 2022)

4.7 Soluções de viabilização da construção industrializada

Spadeto (2011) propõe três sugestões de implementação de políticas públicas em favor de sistemas construtivos industrializados para alavancar sua utilização. A primeira abordagem proposta seria a elaboração de um Plano Diretor Municipal de Execução, que estabeleceria as características dos sistemas construtivos mais apropriados para cada região da cidade. Esse plano poderia categorizar as diversas áreas urbanas com base em seu nível de densidade populacional. À medida que a densidade local aumentasse, as restrições ao sistema construtivo adotado também se intensificariam, visando minimizar os transtornos à rotina da população.

De forma adicional à primeira proposta, Spadeto (2011) sugere a elaboração de um Relatório de Impacto do Sistema Construtivo (RISC), que descreveria os sistemas construtivos aplicados em uma construção específica e os impactos resultantes em sua área de instalação. Essa abordagem segue a prática já existente com os Relatórios de Impacto Urbano (RIUs) e os Relatórios de Impacto Ambiental (RIMAs). Além disso, a autora sugere reduzir o IPI dos produtos industrializados para torná-los mais competitivos no mercado.

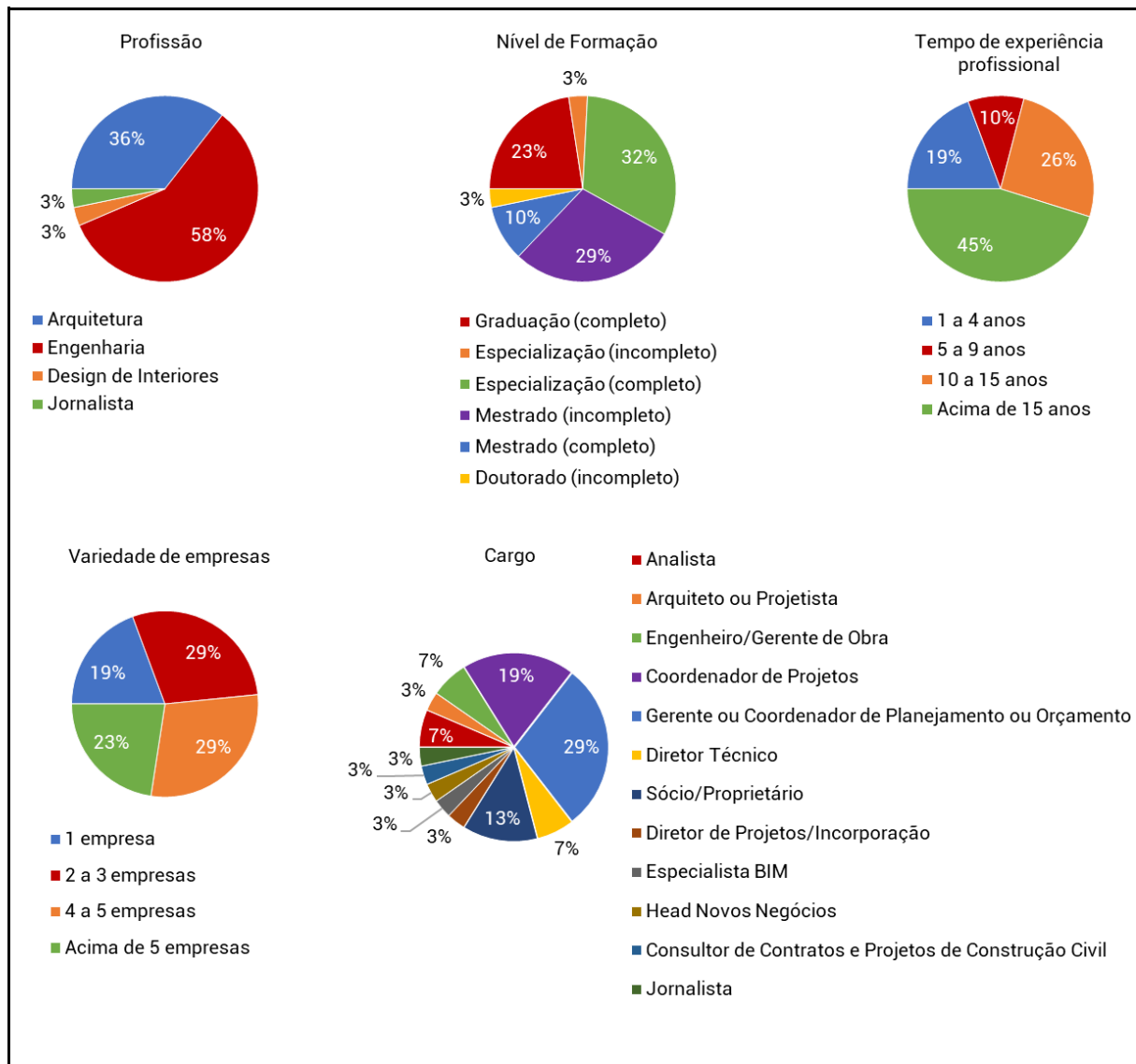
Nawi et all. (2018) defendem ainda que as agências governamentais poderiam incentivar o uso de métodos industrializados ao torná-los mandatórios em projetos públicos.

No contexto da construção modular, Razkenari (2020) adiciona como os fatores mais importantes para melhorar o setor de construção externa a melhoria das práticas de design para acomodar a modularização, e ainda a integração do Building Information Modeling na indústria. Essas estratégias também deverão ser acompanhadas de investimentos em educação por meio de cursos relacionados à construção industrializada.

5 RESULTADOS

O grupo de estudo, formado por profissionais da construção civil, foi analisado por meio de um questionário eletrônico, gerando uma amostra de 31 respondentes. A primeira seção visava identificar o perfil profissional, revelando que 58% são engenheiros, 36% arquitetos, 3% designers de interiores e 3% jornalistas. Quanto à formação, 77% têm pós-graduação, incluindo especialização e mestrado. A diversidade de experiências profissionais foi evidenciada, com 29% tendo trabalhado em 2-3 empresas, 29% em 4-5, 23% em 5 ou mais, e 19% em apenas 1. A maioria possui mais de 15 anos (45%) ou mais de 10 anos (26%) de experiência na construção civil. Quanto aos cargos, 55% atuam em funções de gerência e coordenação, sendo 29% em planejamento e orçamentos, e 19% em coordenação de projetos.

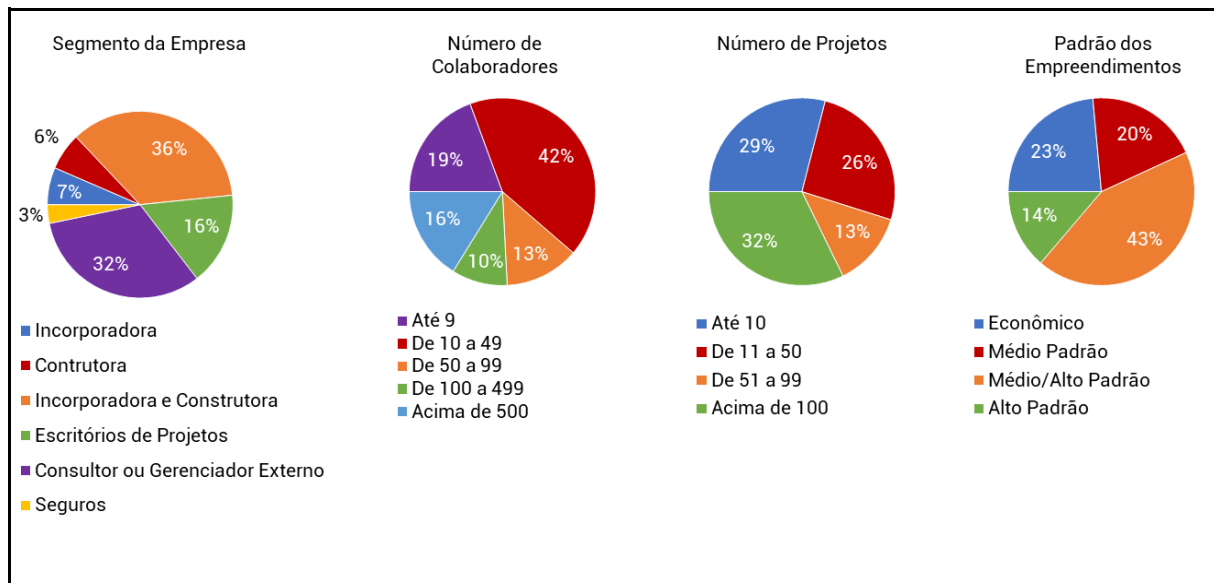
Figura 2 – Perfil dos profissionais



Fonte: Os autores

Na segunda seção do questionário, o objetivo era perfilar as empresas participantes e identificar desafios relacionados à gestão do processo de projeto. Quanto ao setor, a maioria está em Incorporadoras e Construtoras (36%), seguido por consultorias ou gerenciamento externo (32%). A distribuição de colaboradores varia, sendo 42% com equipes de 10 a 49, 19% com até 9, 13% entre 50 e 99, 16% com mais de 500, e 10% de 100 a 500. A diversidade no tamanho das equipes reflete a heterogeneidade das empresas na pesquisa. Em relação aos projetos, 32% participaram de mais de 100, 26% de 11 a 50, 20% de até 10, e 13% de 51 a 99. Esses dados oferecem uma visão abrangente da experiência e histórico das empresas na área de projetos da construção civil.

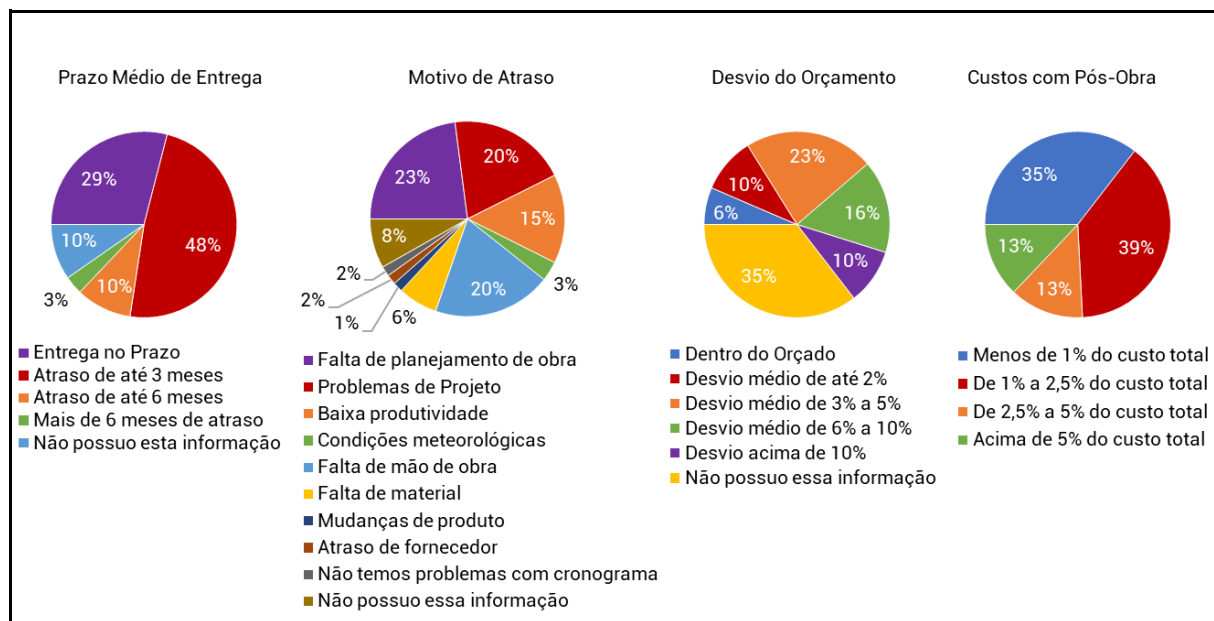
Figura 3 – Perfil das empresas



Fonte: Os autores

Na segunda seção, foram analisadas informações relevantes sobre a gestão do processo de projeto. Quanto ao prazo médio de entrega, 61% das organizações enfrentaram atrasos, sendo 48% de até 3 meses, 10% de até 6 meses e 3% com mais de 6 meses de atraso. Por outro lado, 29% cumpriram o prazo, enquanto 10% não tinham essa informação.

Figura 4 – Relação entre atraso e motivo

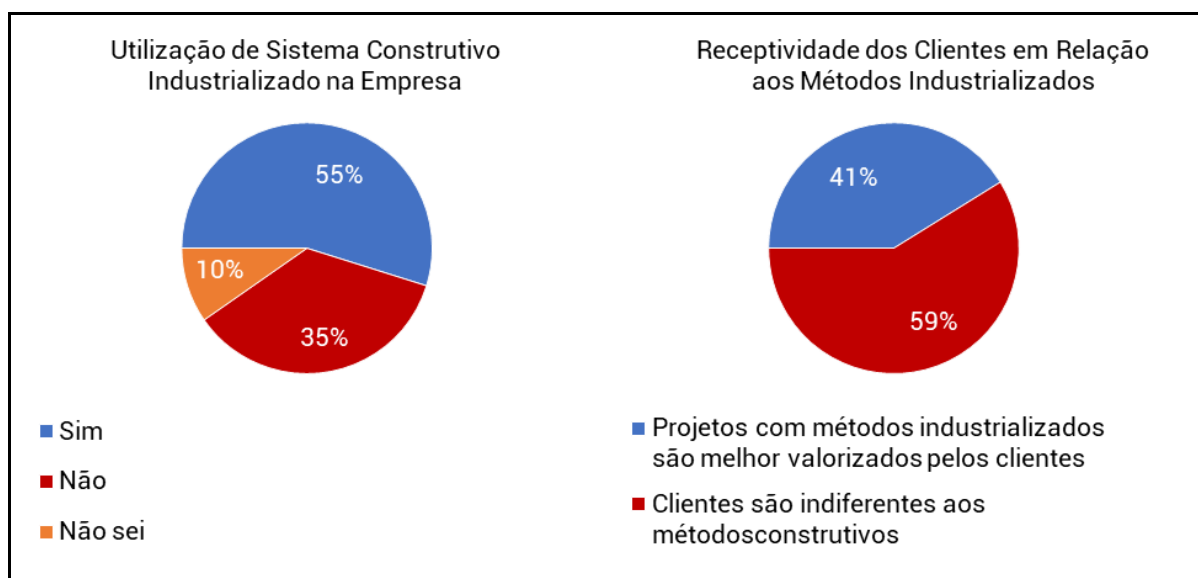


Fonte: Os autores

As razões para os atrasos incluíram falta de planejamento de obra e escassez de mão de obra (83%), problemas de projeto (38,7%) e baixa produtividade (29%). Em relação aos custos com pós-obra, 35% representam menos de 1% do custo total, 39% situam-se entre 1% e 2,5%, 13% estão na faixa de 2,5% a 5%, e 13% ultrapassam 5%. Sobre o desvio em relação ao orçamento, 6% ficaram dentro do previsto, 10% tiveram um desvio de até 2%, 23% na faixa de 3% a 5%, 16% de 6% a 10%, e 10% acima de 10%. Por fim, 35% não tinham essa informação disponível.

Na seção sobre industrialização, 55% dos respondentes indicaram que suas organizações adotam sistemas construtivos industrializados. O sistema de parede drywall foi notavelmente predominante, mencionado por 94,1% dos adotantes. Entre esses, 100% observaram redução de prazos, 94,1% destacaram a redução de desperdícios, e 70,6% mencionaram melhoria de qualidade como benefícios. Dificuldades incluíram aumento de custos (47,1%) e barreiras culturais (41,2%). Quanto à aceitação dos clientes, 59% acreditam que são indiferentes, enquanto 41% valorizam métodos construtivos industrializados.

Figura 5 – Aceitação e utilização dos métodos construtivos industrializados



Fonte: Os autores

Quadro 2 – Empresas com sistemas industrializados

Sistema Construtivo	Frequência	Benefícios	Frequência	Desafios de Implementação	Frequência
Paredes Dry-wall	94,1%	Redução de prazos de obra	100%	Aumento de custo	47,1%
Kit hidráulico pré-fabricado	82,4%	Redução de desperdício	94,1%	Barreiras culturais da empresa	41,2%
Kit elétrico pré-fabricado	58,8%	Melhoria de qualidade	70,6%	Dificuldade de adaptação da arquitetura	41,2%
Fachada pré-fabricada	52,9%	Redução de pós-obra	29,4%	Falta de mão de obra qualificada	35,3%
Estruturas pré-fabricadas metálicas	41,2%	Redução de custos	29,4%	Falta de projetistas que utilizem tais soluções	29,4%
Escada pré-fabricada	29,4%			Dificuldades logísticas	17,6%
Estruturas pré-fabricadas de concreto	29,4%			Barreiras normativas	5,9%
Paredes de concreto in loco	17,6%				
Banheiro pré-fabricado	11,8%				
Construção completa modular off-site	11,8%				
Sistemas de Formas e cimbramentos	5,9%				

Fonte: Os autores

Na outra parte do grupo, 35% afirmaram que suas organizações não adotam sistemas construtivos industrializados, enquanto 10% não souberam responder. Nesse subgrupo, 71,4% destacaram a redução de prazos como benefício, 64,3% mencionaram a redução de desperdícios, e mais de 21% destacaram a melhoria de qualidade e redução de prazos de projeto. Quanto aos desafios, 35,7% apontaram o aumento de custos, e 28,6% citaram a falta de mão de obra qualificada e a ausência de projetistas que considerem soluções com métodos industrializados.

Quadro 3 – Empresas sem sistemas industrializados

Benefícios	Frequência	Desafios de Implementação	Frequência
Redução de prazos de obra	71,4%	Aumento de custo	35,7%
Redução de desperdício	64,3%	Falta de mão de obra qualificada	28,6%
Melhoria de qualidade	28,6%	Falta de projetistas que utilizem tais soluções	28,6%
Redução de prazos de projeto	21,4%	Dificuldade de adaptação da arquitetura	14,3%
Redução de custos	14,3%	A empresa não tem interesse	14,3%
Não percebo nenhum benefício	7,1%	Baixa aceitação pelos clients	14,3%
		Barreiras culturais da empresa	14,3%
		Dificuldades logísticas	7,1%

Fonte: Os autores

Na última seção do questionário, foram abordadas perguntas relacionadas à percepção da industrialização na construção civil. Utilizando a escala *Likert*, solicitamos que o grupo classifique suas respostas de acordo com os graus de concordância de 1 a 5, em que 1 representa “Muito baixo” e 5 representa “Muito alto”.

Quadro 4 – Grau de classificação sobre a percepção da industrialização na construção civil

Graus de Concordância						
	1	2	3	4	5	Média do grau de concordância
PERGUNT A	Muito Baixo	Baixo	Neutro	Alto	Muito Alto	
A	3%	0%	13%	29%	55%	4,32
B	0%	3%	10%	29%	58%	4,42
C	0%	7%	10%	32%	52%	4,29
D	0%	23%	48%	23%	7%	3,13

A= Quão forte você acredita que é a relação entre aumento de produtividade e aumento do nível de industrialização na construção civil?

B= Qual a importância, na sua visão, do aumento do nível de industrialização na construção civil brasileira?

C= Qual a importância de políticas públicas para promover a industrialização na construção civil?

D= Como você enxerga o nível de evolução da industrialização na construção civil nos próximos 5 anos?

Fonte: Os autores

Os resultados do questionário indicam uma visão majoritariamente favorável dos participantes em relação à industrialização na construção civil brasileira. Eles acreditam que a industrialização pode desempenhar um papel crucial no aumento da produtividade, eficiência e qualidade no setor. A média de concordância de 4,32

revela uma forte convicção na correlação entre o aumento da produtividade e o avanço da industrialização. Além disso, consideram o aumento do nível de industrialização como extremamente importante, conforme refletido na média de concordância de 4,46. Quanto ao papel das políticas públicas, os participantes estão alinhados na percepção de sua relevância, com uma média de concordância de 4,29, indicando forte convicção de que as políticas públicas desempenham um papel crucial para fomentar a industrialização. Sobre as expectativas futuras, a média de concordância de 3,13 sugere uma visão moderada sobre a evolução da industrialização na construção civil nos próximos 5 anos, indicando que a maioria acredita em um progresso relativamente lento nesse sentido.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em relação aos potenciais benefícios da construção industrializada, percebeu-se uma convergência das opiniões de empresas com e sem sistemas industrializados. Ambos os perfis entendem “Redução de prazos de obra”, “Redução de desperdício” e “Melhoria da qualidade” como as principais vantagens de adoção destes métodos.

Quadro 5 – Comparativo de benefícios percebidos em empresas com e sem sistemas industrializados

Empresas com sistemas industrializados		Empresas sem sistemas industrializados	
Benefícios	Frequência	Benefícios	Frequência
Redução de prazos de obra	100%	Redução de prazos de obra	71,4%
Redução de desperdício	94,1%	Redução de desperdício	64,3%
Melhoria de qualidade	70,6%	Melhoria de qualidade	28,6%
Redução de pós-obra	29,4%	Redução de prazos de projeto	21,4%
Redução de custos	29,4%	Redução de custos	14,3%
		Não percebo nenhum benefício	7,1%

Fonte: Os autores

Já em relação às dificuldades de implementação, as respostas dos diferentes perfis convergem quanto ao “Aumento de Custo”. Além desse fator, vemos que as empresas com sistemas industrializados enfrentam desafios ligados à barreiras culturais e adaptação da arquitetura, enquanto as empresas sem sistemas industrializados sofrem com falta de mão de obra qualificada e falta de projetistas que se utilizem de tais soluções.

Quadro 6 – Comparativo de desafios percebidos em empresas com e sem sistemas industrializados

Empresas com sistemas industrializados

Desafios de Implementação	Frequência
Aumento de custo	47,1%
Barreiras culturais da empresa	41,2%
Dificuldade de adaptação da arquitetura	41,2%
Falta de mão de obra qualificada	35,3%
Falta de projetistas que utilizem tais soluções	29,4%
Dificuldades logísticas	17,6%
Barreiras normativas	5,9%

Empresas sem sistemas industrializados

Desafios de Implementação	Frequência
Aumento de custo	35,7%
Falta de mão de obra qualificada	28,6%
Falta de projetistas que utilizem tais soluções	28,6%
Dificuldade de adaptação da arquitetura	14,3%
A empresa não tem interesse	14,3%
Baixa aceitação pelos clientes	14,3%
Barreiras culturais da empresa	14,3%
Dificuldades logísticas	7,1%

Fonte: Os autores

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todas as barreiras identificadas nesta pesquisa que afetam a implementação de sistemas industrializados, pode ser desafiador para construtoras, incorporadoras, escritórios de projetos e gerenciadoras externas superar o aumento de custo de construção que os sistemas industrializados agregam. A utilização de tais métodos parece não agregar valor ao cliente final, que portanto não estaria disposto a arcar com sobrecustos em relação aos métodos tradicionais. As vantagens da implementação de sistemas industrializados dificilmente são refletidas em um simples orçamento de obra. A melhor ferramenta para apoio à tomada de decisão trata-se de uma viabilidade financeira completa, que calcula o retorno dos investimentos no tempo.

Os resultados desta pesquisa indicam que os profissionais do setor possuem consciência sobre os benefícios da implementação de sistemas industrializados, seu impacto no aumento de produtividade e como tais fatores são importantes para o desenvolvimento da construção civil brasileira. Ao mesmo tempo, as barreiras culturais são dificultadores importantes na implementação de métodos industrializados. A consciência adquirida pelos participantes da pesquisa pode não refletir a opinião dos tomadores de decisão e/ou dos compradores finais, que preferem continuar confiando nos sistemas tradicionais.

Os participantes da pesquisa se posicionam de forma neutra no que diz respeito à evolução da industrialização da construção civil nos próximos 5 anos. Concomitantemente, as políticas públicas são apontadas como importantes promotores da industrialização. A implementação dessas políticas tem o poder de mudar o cenário de implementação a longo prazo. Exemplos de propostas já estudadas por outros autores são citados no capítulo “2.6 Soluções de viabilização da construção industrializada”.

Ao avaliar o estado da implementação da construção industrializada, também tornou-se possível entender as oportunidades e principais deficiências do setor no que diz respeito à adaptação da prestação de serviços de diferentes profissionais

(desde projeto à obra) para atendimento a novas metodologias de construção.

Finalmente, sugere-se que outras pesquisas abordem comparativos de viabilidade financeira de diferentes métodos construtivos, mudanças necessárias na gestão do processo de projeto para atendimentos à industrialização da construção civil. Além disso, um mapeamento do ciclo de vida completo (da fabricação à demolição e possível reconstrução) de um empreendimento construído de forma industrializada pode ser uma grande ferramenta de estudo e auxílio à tomada de decisão para novos projetos.

REFERÊNCIAS

ACKER, Arnold van. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Tradução: Marcelo de Araújo Ferreira, 2002.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Manual da construção industrializada**: Conceitos e Etapas, 2015. 208 p. v. 1.

AKMAM, Sharifah Syed Zakaria et al. Contextual, structural and behavioural factors influencing the adoption of industrialised building systems: A review. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 14, n. 1-2, p. 3-26, 2018.

ALI, Massofia Md et al. **Factors impeding the industrialized building system (IBS) implementation of building construction in Malaysia**. International Journal of Engineering and Technology (UAE), v. 7, n. 4, p. 2209-2212, 2018.

BARBOSA, Filipe; WOETZEL, Jonathan; MISCHKE, Jan. **Reinventing construction: A route of higher productivity**. McKinsey Global Institute, 2017.

BATAGLIN, Fernanda Saidelles; VIANA, Daniela Dietz; FORMOSO, Carlos Torres. **Design Principles and Prescriptions for Planning and Controlling Engineer-to-Order Industrialized Building Systems**. Sustainability, v. 14, n. 24, p. 16822, 2022.

Castelo, Ana Maria; Viana, Iuri; Vieira, Carlos André. **Construção: produtividade e modernização**. Blog do IBRE, 11 jul. 2023. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-productividade-e-modernizacao>. Acesso em: 29 out. 2023.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. **Impressão 3D na construção civil: o que já é realidade?** CTE. 2021. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/inovacao-tecnologia/impressao-3d-naconstrucao-civil-o-que-ja-e-realidade/>. Acesso em: 12 jan. 2023.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados**: light steel framing. 2005.

DI RUZZA, Giulia; CARDOSO, Luiz Reynaldo de Azevedo. Kits Hidráulicos Prediais Industrializados. **Simpósio Nacional de Sistemas Prediais**, v. 2, 2021.

DIAS, José Miranda; BAIÃO, Manuel; SILVA, Maria João Falcão. **REQUISITOS BÁSICOS APLICÁVEIS ÀS SOLUÇÕES DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA PARA EDIFÍCIOS**.

EL-SAYEGH, Sameh; ROMDHANE, Lotfi; MANJIKIAN, Solair. **A critical review of 3D printing in construction**: Benefits, challenges, and risks. Archives of Civil and Mechanical Engineering, v. 20, p. 1-25, 2020.

FALEIROS, Fabiana et al. **Use of virtual questionnaire and dissemination as a data collection strategy in scientific studies**. Texto & Contexto-Enfermagem, v. 25, 2016.

FORMIGA, Caio Vinicius Efigenio; CARNEIRO, Marcos Lajovic. **Impressão 3D para construção civil: revisão da literatura e desafios**. Revista de Engenharia e tecnologia, v. 13, n. 4, 2021.

GALVÃO, Taís Freire; PEREIRA, Mauricio Gomes. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração**. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 23, n. 1, p. 183-184, mar. 2014. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000100018&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 04 nov. 2023.

GÓES, Bruno Pereira. **Paredes de concreto moldadas “in loco”, estudo do sistema adotado em habitações populares**. 2013.

IRVINE, Annie; DREW, Paul; SAINSBURY, Roy. **Mode effects in qualitative interviews: a comparison of semi-structured face-to-face and telephone interviews using conversation analysis**. 2010.

JORGE, Liliam Pederneiras; RAVACHE, Rosana Lia. **Construção modular pré-fabricada, o futuro da arquitetura no Brasil**. Connection Line-Revista Eletrônica do Univag, n. 24, 2021.

KING, Ney Cesar de Oliveira; LIMA, Edson Pinheiro de; COSTA Sérgio Eduardo Gouvêa da Costa. **Produtividade sistêmica: conceitos e aplicações**. Production, v. 24, n. 1, p. 160-176, jan./mar. 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132013005000006>

Li, Y., & Chen, L.. **A study on database of modular façade retrofitting building envelope**. Energy & Buildings, v. 214, 2020.

MEDEIROS, Jonas Silvestre et al. **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2014.

MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos**. Produção, v. 19, p. 388-399, 2009.

NAWI, Mohd Nasrun Mohd et al. **The global adoption of Industrialised Building System (IBS): lessons learned**. The Journal of Social Sciences Research, n. 6, 2018.

NIFA, Faizatul Akmar Abdul. **Development of a framework for partnering through aligning organizational cultures in the Malaysian construction industry**. University of Salford (United Kingdom), 2013.

PARTEL, Henrique. **Sistema informatizado para projeto de estruturas industrializadas de madeira para telhados**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PAULANI, Fernando. **A tecnologia das construções em pré-fabricados de concreto**. 2008. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade São Francisco, [S. l.], 2008.

QUEIROZ, Gilson; JOSÉ PIMENTA, Roberval; GALVÃO MARTINS, Alexander. **Estruturas Mistas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2012. 68 p. v. 1.

RAZKENARI, Mohamad et al. **Perceptions of offsite construction in the United States: An investigation of current practices**. Journal of building engineering, v. 29, p. 101138, 2020.

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

TAM, Vivian WY et al. **Towards adoption of prefabrication in construction**. Building and environment, v. 42, n. 10, p. 3642-3654, 2007.

TECVERDE. **Industrialização** : o futuro da construção civil está aqui. [S. l.: s. n.], [2023?]. Disponível em: https://hubs.ly/Q01_r3Rd0. Acesso em: 4 dez. 2023.