Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

ADOÇÃO GRADUAL DA CONSTRUÇÃO MODULAR NO BRASIL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Gradual adoption of modular construction in Brazil: challenges and opportunities

Elisa Atália Daniel Muianga[1]
Universidade de São Paulo | São Paulo, São Paulo | emuianga@usp.br

Isabel Cristina Paiva da Silva
Universidade de São Paulo | São Paulo, São Paulo | isabelcristinapaivadasilva@usp.br

Gustavo Araujo Fernandes dos Santos
Universidade de São Paulo | São Paulo, São Paulo | gussaraujo@usp.br

RESUMO

A construção industrializada com a adoção de elementos construtivos produzidos fora do canteiro de obra (*off-site*) tem ganhado interesse no setor da construção civil. No entanto, a construção tradicional, com processos (*on-site*) é ainda predominante. A Construção Modular (CM), um tipo de construção *off-site*, que surge como uma alternativa para inovar o setor. No entanto, a adoção da CM enfrenta desafios significativos, principalmente em cenários onde é ainda pouco difundida, como o caso do Brasil. Compreender desafios é essencial para o desenvolvimento de diretrizes que possibilitem a implementação contínua da CM, com foco nos fatores que influenciam seu sucesso. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre CM, seus desafios, e fatores que favorecem sua aplicação, com análise conduzida por meio de metassíntese. Resultados evidenciam potenciais do CM, principalmente em relação à disponibilidade de opções de produtos pré-definidos para aplicação em obra e manutenção de edifícios flexíveis à modularização.

Palavras-chave: construção industrializada, modularização. arquitetura do produto, construção fora do canteiro de obra, sistemas construtivos.

ABSTRACT

Industrialised construction, with elements produced off-site, has been gaining interest in the construction industry. However, traditional on-site construction remains predominant. Modular Construction (MC), a type of off-site construction, has emerged as a promising alternative to innovate the sector. Despite its potential, the adoption of MC faces significant challenges, particularly in contexts where it is not yet widely implemented, such as in Brazil. Understanding these challenges is essential for developing guidelines that support the continuous implementation of MC, with a focus on the factors that influence its success. To this end, a literature review was conducted on MC, its challenges, and the factors that facilitate its adoption. The analysis was carried out using meta-synthesis. The results highlight the potential of MC, especially regarding the availability of predefined product options that are suitable for use in the construction and maintenance of constructions and that offer flexibility for modularisation.

Keywords: *industrialized construction, modularization, product architecture, off-site construction, construction systems.*

[1]MUIANGA, E. A.D.; SILVA, I. C.P.; SANTOS, G. A. F. Adoção gradual da construção modular no Brasil: desafios e oportunidades. In: V WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2025, Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

1 INTRODUÇÃO

A construção fora do canteiro de obra (*off-site construction*) é uma abordagem na qual partes do edifício são projetadas, produzidas industrialmente, transportadas e posteriormente instaladas no canteiro de obras, também dominado *on-site* (Jang et al., 2021). A fabricação de componentes e elementos construtivos pré-fabricados é caraterizada como alternativa para industrializar a construção civil, como também para controle de qualidade de produção, controle de custo, maior eficiência, e redução de desperdícios (Silva et al., 2024; Steinhardt; Manley; Miller, 2014). Contudo, apesar dos benefícios do *off-site construction*, a construção tradicional é ainda amplamente aplicada na produção de empreendimentos. Diversos fatores contribuem para a falta de busca por alternativas inovadoras. A aversão à mudança, a falta de familiaridade e o risco associado à inovação, e o desconhecimento sobre novas tecnologias construtivas são desafios apontados (Shahzad et al., 2023).

Dependendo das terminologias locais, o termo *off-site* pode ser associado aos produtos pré-fabricados, pré-acabados, pré-moldados, industrializados e modulares aplicados na construção (Kolugala; Pan; Kumaraswamy, 2022). Nesta pesquisa, o termo construção modular (CM) é utilizado para se referir à construção *off-site,* baseada no uso de produtos construtivos industrializados.

A CM é uma alternativa da construção *off-site*, baseada na integração de subcomponentes, componentes, elementos e sistemas construtivos, produzidos por meio de processos de pré-fabricação e aplicados para formar uma estrutura única do objeto construído (Wuni; Shen, 2020b). A CM tem sido proposta como uma alternativa para modernizar o setor da construção por meio da industrialização, proporcionando melhorias no desempenho, produtividade, controle de processos, custos e prazos, além de contribuir para o alcance de metas e a maior qualidade do produto final (Salama; Said, 2023).

Nos países do hemisfério norte, a CM é considerada um método eficaz e eficiente para a produção de edifícios (Brown; Sharma; Kiroff, 2020). Além disso, a experiência e as tecnologias aplicadas à CM são mais avançadas e efetivamente implementadas nos empreendimentos (Peltokorpi et al., 2018). Em contraste, os países do hemisfério sul enfrentam desafios para implementação desse tipo de construção. Estudos apontam a falta de difusão e conhecimento da tecnologia, bem como a falta de plataformas, modelos de negócio e infraestrutura adequados para a adoção da CM (Peltokorpi et al., 2018). Além disso, a falta de investimento e a baixa adoção de práticas inovadoras representam um obstáculo para a industrialização do setor da construção (Tennant; Mccarney; Tong, 2012).

É evidente que a CM apresenta vantagens no que diz respeito ao processo de produção realizado em um ambiente controlado, com o uso de métodos padronizados e escaláveis, permitindo ou não a personalização, dependendo da participação do cliente na definição do projeto (Shahzad et al., 2023). Além disso, a CM integra tecnologias, produção enxuta, reciclagem e reutilização de materiais, além da redução de resíduos, tornando-se uma abordagem mais sustentável e eficiente (Silva et al., 2024).

1.1 Objetivo

Embora os argumentos crescentes em favor da CM, sua implementação permanece limitada em determinados contextos, como é o caso do Brasil. Com o intuito de contribuir para preencher essa lacuna de conhecimento, esta pesquisa parte da seguinte questão: Quais diretrizes podem orientar a adoção da CM, considerando os produtos e desafios do contexto analisado?

Parte-se do entendimento de que a análise da CM, no cenário atual, pode auxiliar na formulação de alternativas que favoreçam a adoção gradual, potencializando os benefícios dessa abordagem na produção de empreendimentos. Assim, o objetivo desta pesquisa é caracterizar produtos modulares aplicados no contexto brasileiro, os desafios relacionados à adoção da CM e propor diretrizes para sua implementação progressiva, considerando a arquitetura do produto, e os fatores de sucesso da CM.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A CM é aplicada a partir de diferentes fases que caracterizam a definição de projeto (arquitetura de produto), fabricação (produção, montagem), logística (transporte), construção (instalação) e pós-construção (uso e manutenção) (Pan et al., 2020; Baú; Oviedo-Haito, 2022). Dessa forma, compreender a arquitetura do produto,

os tipos de agrupamentos e arranjos, bem como o particionamento, é fundamental para a produção, o planejamento logístico, incluindo transporte, capacidade e percursos adequados, as necessidades de instalação e as possibilidades de manutenção durante a fase de uso (Peltokorpi et al., 2018; Langston; Zhang, 2021). As características do produto, portanto, definem o projeto, a produção off-site, construção *on-site*, e favorecem a adoção eficaz da CM.

2.1 Arquitetura do produto

A CM surgiu do conceito de modularidade, que consiste na criação de partes de um produto de forma isolada, configuradas ou integradas a diferentes sistemas, utilizando princípios de engenharia semelhantes (Khan et al., 2022). Assim, a arquitetura do produto refere-se à configuração do produto, incluindo seu detalhamento e composição, sendo concebida a partir de produtos produzidos em processos industrializados (Srisangeerthanan et al., 2020; Shahzad et al., 2023). O produto pode ser composto por subcomponentes, componentes, elementos e sistemas construtivos (Gosling et al., 2016).

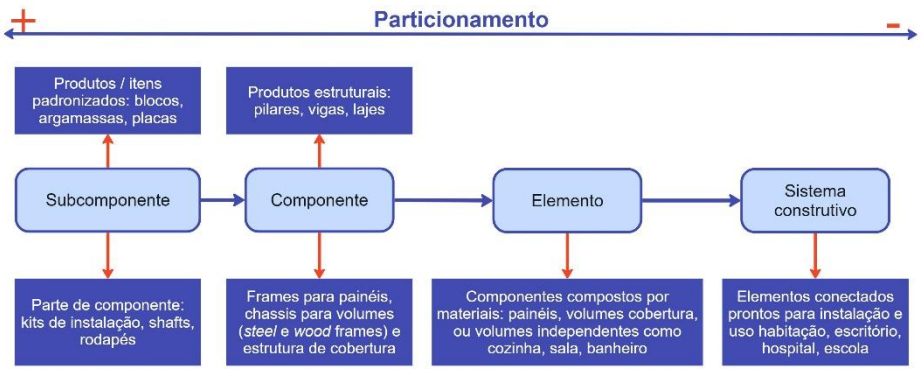
Subcomponentes representam o nível mais simplificado, caracterizados por materiais padronizados ou *kits* pré-montados (Gao, 2022). Esses subcomponentes podem ser unificados para formar componentes, elementos e sistemas volumétricos, ou não, instalados fora da indústria, como kits de instalação, vigas, pilares e painéis (Lacovidou et al., 2021; Yang; Lou; Lu, 2023).

Os componentes, por sua vez, são elementos de construção total ou parcialmente acabados que fazem parte de sistemas estruturais maiores montados no local, como paredes, pisos e telhados (Steinhardt; Manley; Miller, 2014). Esses componentes possibilitam maior personalização e flexibilidade nas fases de projeto e execução (Pan; Zhang; Yang, 2020).

Elementos podem ser formados por um único componente ou por uma combinação de componentes. Esses elementos podem ser produtos volumétricos não estruturais, geralmente caracterizados como 2D, ou na forma de pré-montagem volumétrica (Wuni; Shen, 2020a). Tais elementos podem ser utilizados para criar espaços, como painéis estruturais isolados, painéis de concreto pré-moldado e painéis estruturais de madeira, ou ainda unidades totalmente equipadas conectadas a uma estrutura existente, como banheiros ou cozinhas (Boafo; Kim; Kim, 2016).

A estrutura híbrida geralmente combina componentes e elementos, sistemas de pré-fabricação de painéis e módulos volumétricos para construir um edifício completo, sendo normalmente independente da estrutura principal do edifício (Pan; Zhang; Yang, 2020). Sistema construtivo é composto por componentes interconectados que desempenham funções específicas no edifício (Barkokebas et al., 2022). Podem formar edifícios completos que são finalizados na fábrica e entregues prontos ao canteiro de obras (Salama; Salah; Moselhi, 2017). Para esse tipo de produto modular, todas as atividades de construção são realizadas externamente, restando apenas a fixação do edifício às fundações no local da obra (Boafo; Kim; Kim, 2016).

Figura 1: Relação de produtos da CM



Fonte: Autores, baseado Yang; Lou; Lu, 2023

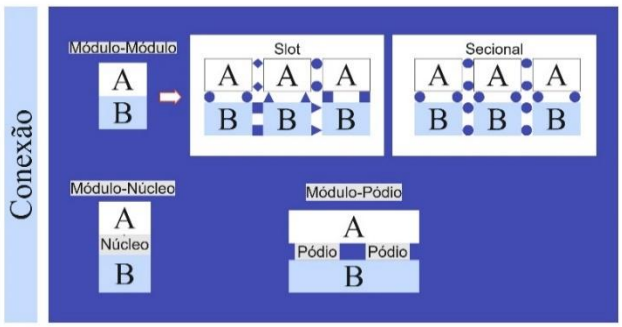
A modularidade do produto é entendida pelo agrupamento dos produtos pré-fabricados que o compõe. Módulos são compostos por diferentes produtos modulares, podendo ser componentes, elementos e sistemas construtivos agrupados ou particionados para formar um produto (Salama; Salah; Moselhi, 2017). O agrupamento e o particionamento de um produto modular podem ser classificados em diferentes níveis de

desagregação hierárquica, ou seja, um produto pode ser dividido em partes, essas partes em subpartes, e assim sucessivamente (Rocha; Koskela, 2020). Essa organização define os diferentes tipos de arquitetura modular (Figura 1), permitindo a configuração e integração eficiente dos módulos dentro do sistema construtivo.

Os módulos são conectados (Figura 2) por módulo-módulo, módulo-núcleo e módulo-pódio (Shahzad et al., 2023; Shan et al., 2019; Srisangeerthanan et al., 2020). A conexão módulo-módulo é projetada para transferir a carga vertical do módulo superior para o módulo inferior. A conexão módulo-núcleo permite a transferência eficiente de cargas dos módulos para o sistema de parede central. Já a conexão módulo-pódio tem a função de transferir as cargas dos módulos para a estrutura do pódio, que serve como base da construção, proporcionando estabilidade e suporte adequado.

A conexão módulo-módulo pode apresentar dois tipos de conexão, *slot* e secional (Peltokorpi et al., 2018). A conexão *slot* se destina a interfaces que se conectam de formas diferenciadas, permitindo que os módulos tenham menos variações de conexão por permitirem apenas uma forma de união. A conexão seccional apresenta interfaces semelhantes, permitindo maior arranjos de módulos, e consequentemente maior variedade de um sistema construtivo.

Figura 2: Conexão de módulos

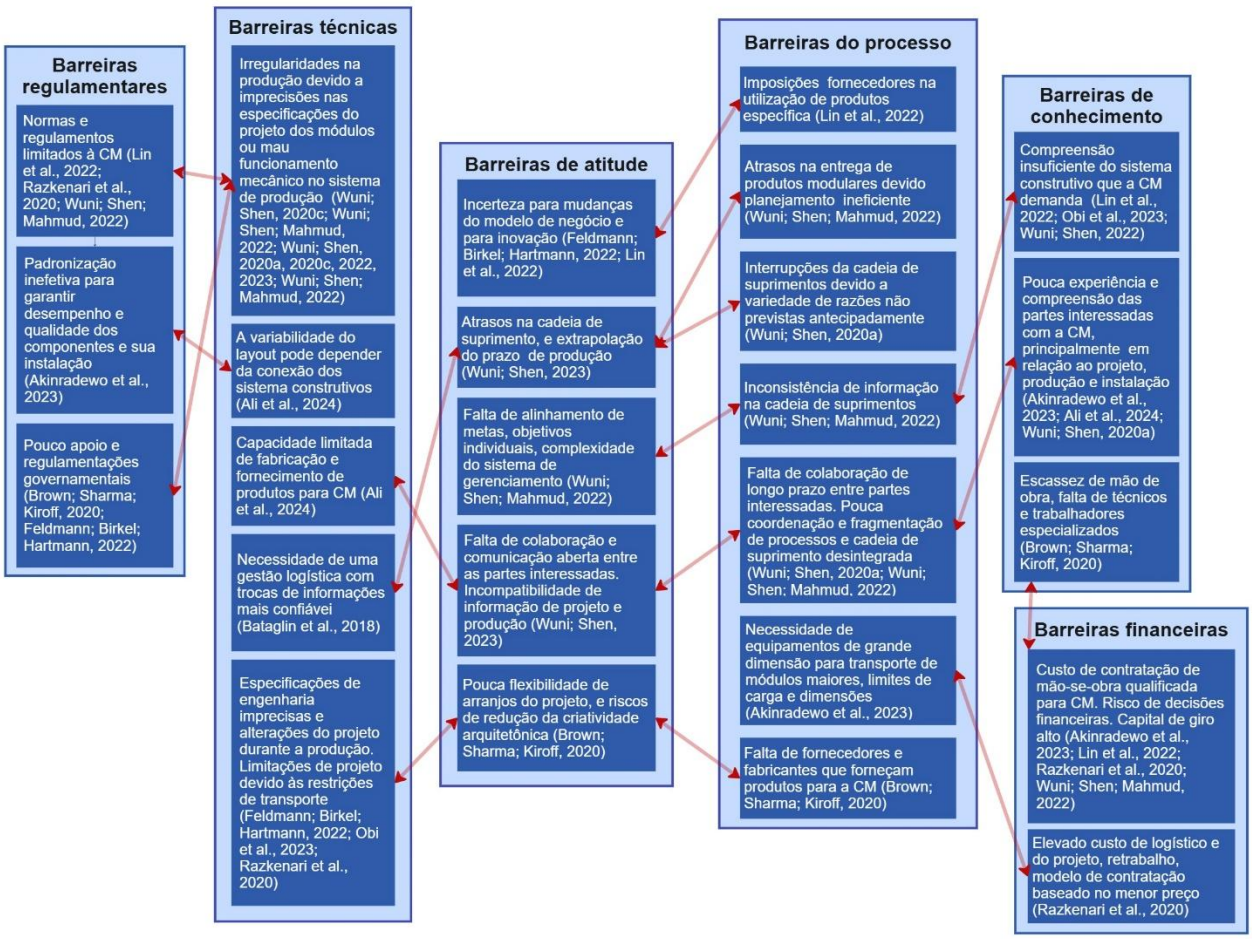


Fonte: Autores, baseado em Rocha; Koskela, 2020; Srisangeerthanan et al., 2020; Shan et al., 2019; Peltokorpi et al., 2018

2.2 Barreiras da CM

A escassez de mão de obra é uma grande preocupação em regiões com crescente demanda por construção. A adoção da CM pode reduzir significativamente a necessidade de mão de obra, tornando-se uma alternativa atrativa pelo método inovador e automatizado (Arshad; Zayed, 2022). No entanto, diversas barreiras associadas à CM limitam sua adoção e seu desempenho sustentável.

Figura 3: Barreiras da CM



Fonte: Autores

Estudos identificam diferentes barreiras à implementação da CM, que podem ser classificadas de acordo com a Figura 3. A falta de investimento e a baixa adoção de práticas inovadoras têm representado um obstáculo para a industrialização no setor da construção (Tennant; Mccarney; Tong, 2012). A transição da construção tradicional para a CM exige novo conhecimento, estruturação de novos modelos de negócio e o uso ampliado de produtos desenvolvidos *off-site*, o que implica mudanças nos projetos e nos processos produtivos dos empreendimentos (Wuni; Shen; Mahmud, 2022). Para viabilizar essa transição, é essencial que normas e regulamentos sejam estabelecidos para orientar projetos que adotam a CM (Akinradewo et al., 2023). Além disso, a criatividade na definição de arquiteturas flexíveis desempenha um papel fundamental na aceitação do produto, permitindo a oferta de opções diversificadas que atendam às necessidades de diferentes clientes (Jang et al., 2021).

2.3 Fatores de sucesso

O conhecimento de fatores de sucesso da CM é essencial para identificar estratégias que contribuam em diferentes fases da plataforma do produto, da construção e do uso (Figura 4). Embora a CM compartilhe alguns estágios com a construção tradicional, a fase de instalação apresenta processos específicos que demandam operações exclusivas para garantir o sucesso (Wuni; Shen; Osei-Kyei, 2022). Dessa forma, práticas já consolidadas em modelos inovadores de construção, como o trabalho colaborativo, podem ser fundamentais para solucionar antecipadamente problemas relacionados à lacuna de informações no projeto. Isso possibilita um maior detalhamento do projeto desde as fases iniciais, otimizando o processo construtivo e reduzindo riscos (Wuni; Shen, 2023).

Figura 4: Princípios vinculados aos fatores de sucesso de CM



Fonte: Autores

Diferentes autores destacam os principais fatores de sucesso para projetos de Construção Modular (CM). Para cada conjunto de fatores apresentados na Figura 4, é associado um princípio que orienta sua aplicação, facilitando a estruturação e implementação eficaz da CM. Esses fatores enfatizam a importância de compreender a natureza dos clientes, a liderança e o modelo de negócio, elementos que impactam diretamente a tomada de decisões ao longo do processo da CM (Ali et al., 2024; Obi et al., 2023; Wuni; Shen, 2020b).

3 METODOLOGIA

A revisão bibliográfica reuniu 28 estudos (Quadro 1) que abordam a CM, a partir da busca pelas palavras-chave "*modular construction* OR *offsite AND* construção*"*, em bases de dados como *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*. As informações obtidas foram organizadas em três tópicos principais: arquitetura modular, barreiras à CM e fatores de sucesso para sua adoção, correspondentes ao filtro aplicado para inclusão dos estudos, conforme apresentado no item 2 e ilustrado nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Quadro 1: Amostra

Arquitetura modular (15)	Barreiras da CM (13)	Fatores de sucesso (4)
Boafo; Kim; Kim, 2016 Gao, 2022 Gosling et al., 2016 Khan et al., 2022 Lacovidou et al., 2021 Pan; Zhang; Yang, 2020 Peltokorpi et al., 2018 Rocha; Koskela, 2020 Salama; Salah; Moselhi, 2017 Shahzad et al., 2023 Shan et al., 2019 Srisangeerthanan et al., 2020 Steinhardt; Manley; Miller, 2013 Wuni; Shen, 2020a Yang; Lou; Lu, 2023	Ali et al., 2024 Akinradewo et al., 2023 Bataglin et al., 2018 Brown; Sharma; Kiroff, 2020 Feldmann; Birkel; Hartmann, 2022 Lin et al., 2022 Obi et al., 2023 Razkenari et al., 2020 Wuni; Shen; Mahmud, 2022 Wuni; Shen, 2020a Wuni; Shen, 2020c Wuni; Shen, 2022 Wuni; Shen, 2023	Ali et al., 2024 Obi et al., 2023 Wuni; Shen, 2020b Wuni; Shen; Osei-Kyei, 2022

Legenda: Referências repetidas

Fonte: Autores

As informações coletadas foram examinadas por meio de uma metassíntese (Wuni; Shen, 2020b). A metassíntese é uma metodologia baseada em evidências, aplicada para reduzir a lacuna entre a prática e a pesquisa (Baker, 2016). Essa abordagem permite integrar resultados qualitativos e quantitativos em uma revisão, evidenciando a intensidade das relações entre variáveis e as informações fornecidas pelos estudos sobre um tema específico (Webster; Watson, 2002).

Quadro 2: Classificação dos produtos modulares

Nível de modularização	Escala adotada de modularização (EM)	Descrição do produto
Nível 1 - Subcomponente	Nível 1A	Materiais (blocos, como tijolos e argamassa, alvenaria estrutural, entre outros materiais padronizados, perfis metálicos)
	Nível 1B	Componentes de revestimentos industrializados
	Nível 1C	Kits e shafts de instalação
Nível 2 - Componente	Nível 2A	Frames, chassis, esquadrias
	Nível 2B	Elementos estruturais não acabados: pilares, vigas, lajes, estrutura de coberturas
	Nível 2C	Elementos acabados: pilares, vigas, lajes, rodapés,e esquadrias
Nível 3 - Elemento	Nível 3A	Painéis, fachadas de diferentes materiais
	Nível 3B	Volumes: banheiro / cozinha entre outros espaços sem conexão estrutural, sacada, escada, coberturas
	Nível 3C	Volumes prontos: banheiro / cozinha entre outros espaços não acabados
	Nível 3D	Banheiro / cozinha entre outros espaços que compõem uma edificação pronto
Nível 4 - Sistema construtivo	Nível 4A	Sistema pronto, habitação, e escritório, escola, hospital

Fonte: Autores

Para o desenvolvimento da metassíntese da pesquisa, as informações obtidas na revisão bibliográfica foram organizadas em tópicos (itens 2.1, 2.2 e 2.3) e analisadas de forma integrada, com o objetivo de aprofundar a compreensão por meio da associação entre os conceitos da CM e sua estrutura organizacional. Assim, foi elaborada uma classificação dos produtos modulares com base na arquitetura modular (Quadro 2). As barreiras à CM, Figura 3, e os fatores de sucesso, Figura 4, combinados com o levantamento das empresas e dos produtos modulares identificados no Brasil, possibilitaram uma avaliação empírica do estado da arte da CM no país. Essa análise resultou em sínteses que fundamentaram as diretrizes apresentadas na Figura 5, com foco específico no contexto nacional.

A pesquisa propõe a análise do relatório do Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) e pela Brain Inteligência Estratégica (Brain), CTE/BRAIN, para reunir informações sobre a CM no Brasil e identificar os principais produtos produzidos disponíveis no mercado. O estudo da CTE/BRAIN oferece um panorama do estágio de adesão das empresas incorporadoras e construtoras à industrialização, permitindo uma compreensão mais aprofundada do cenário atual da CM no país (CTE/BRAIN, 2024).

Adicionalmente, foi realizado um levantamento com o objetivo de identificar empresas que atuam com a CM, abrangendo tanto fornecedores quanto incorporadoras/construtoras, com foco no estado de São Paulo. Esse recorte territorial foi adotado tanto para permitir a verificação da aplicabilidade das evidências apresentadas

no relatório da CTE/BRAIN a um contexto específico do país, quanto pela viabilidade de acesso às informações, uma vez que a pesquisa em andamento é desenvolvida em São Paulo. Para cada empresa identificada, analisou-se o tipo de negócio de modo a reunir uma amostra que contempla a CM. A partir dessas informações, buscou-se caracterizar os produtos modulares desenvolvidos pelas empresas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O relatório publicado pelo CTE/BRAIN apresenta um estudo intitulado "Panorama do estágio de adesão das empresas incorporadoras e construtoras à transformação digital, sustentabilidade e industrialização" (CTE/BRAIN, 2024). O estudo analisou uma amostra de duzentos e três construtoras e incorporadoras brasileiras engajadas na industrialização de seus processos construtivos (CTE/BRAIN, 2024). A pesquisa se torna relevante para levantar informações sobre os tipos de produtos modulares desenvolvidos e aplicados no Brasil.

Quadro 3: Informações das empresas

Empresas identificadas	Links de acesso	Localização
Aratau Construção Modular	https://www.arataumodular.com/app/	São Paulo cidade
Araucária Perfis	https://araucariaperfis.com.br/sobre	Araucária, Paraná
Arvorá Modular	https://arvoramodular.com.br	Rio Claro, SP
Box Modular	https://www.boxmodular.com.br	Novo Hamburgo,RS
Casas Alea	https://www.casasalea.com/	Jaguariúna, SP
Cittá Modular	https://cittamodularsp.com.br/	Bragança Paulista, SP
CMC Modular	https://cmcmodulos.com.br/sobre/	Mirassol, SP
Conceito Modular e Offsite	https://conceito-modular.com/	Jacareí, SP
Conceitto	https://www.conceittoshafts.com.br/banheiro-modular	São Paulo cidade
Conect Steel	https://www.boxmodular.com.br	São Paulo cidade
Espaço Smart	https://www.espacosmart.com.br/	São Paulo cidade, e outras
Four Trace	https://fourtrace.com.br/	São Carlos, SP
Lafaete	https://www.lafaetelocacao.com.br	São Paulo cidade, e outras
MarteconKits	https://www.mateconkits.com.br/	São Paulo cidade
Modularis Offsite Building	https://modularis.com.br/	Itupeva, SP
Módulo Sequência	https://modulosequencia.com.br/	São Paulo, SP
Opus Construtech	https://opuscm.com.br/	São Paulo cidade, e outras
Smart Pods	https://www.smartpods.com.br/	Jaguará, SP

Fonte: Autores

Foram identificadas dezoito empresas do estado de São Paulo (Quadro 3). Ainda que existam várias empresas que produzem produtos modulares, a amostra selecionada compõe empresas com acesso aberto para extração de informações pertinentes para a descrição e classificação dos produtos. Essas empresas se dividem em construtoras/incorporadoras e fornecedores. Dessa forma, nos itens a seguir, é apresentado um resumo dos produtos modulares identificados no relatório CTE/BRAIN (Quadro 4), associado ao nível de modularização apresentada no Quadro 2, e uma codificação desses produtos é apresentada para melhor associar ao demais classificações propostas na pesquisa.

Os produtos desenvolvidos dessas empresas foram classificados de acordo com o Quadro 4, baseado nas caraterísticas da CTE/BRAIN, de modo a identificar similaridades e diferenças entre as soluções disponíveis no mercado brasileiro e as identificadas no estudo de caso (Quadro 5).

Quadro 4: tipo e níveis de componente

EM	Nível de aplicação (dado da CTE)	Produtos modulares CTE/BRAIN	Codificação
		Sistemas estruturais industrializados utilizados	**SEI**
1A	Alto	Alvenaria Estrutural	SEI-1
2A	Médio	Estrutura em Steel Frame	SEI-2
2A	Alto	Estruturas Metálicas	SEI-3
2B	Alto	Estruturas Pré-fabricadas em Concreto	SEI-4
3A	Médio	Paredes de Concreto	SEI-5
3C	Baixo	Estruturas em Wood Frame	SEI-6
3C	Baixo	Estrutura em Madeira Engenheirada	SEI-7
3D	Baixo	Módulos Tridimensionais	SEI-8
		Utilização de componentes industrializados	**CI**
1B	Médio	Componentes de revestimentos industrializados	CI-1
3A	Baixo	Fachadas e vedações em madeira engenheirada	CI-2
3A	Baixo	Fachadas e vedações em wood frame	CI-3
3A	Médio	Fachadas e vedações em painéis termoisolantes	CI-4
3A	Médio	Fachada em painéis de concreto	CI-5
3A	Médio	Fachada ventilada em cerâmica	CI-6
3A	Médio	Fachadas e vedações em steel frame	CI-7
3A	Alto	Vedações em drywall	CI-8
3B	Baixo	Sacada pronta	CI-9
3B	Médio	Escada pronta	CI-10
		Sistemas para instalações prediais	**SIP**
1C	Médio	Kits para instalação de sistemas de gás	SIP-1
1C	Médio	Shafts prontos	SIP-2
1C	Médio	Kits para instalação de sistemas de ar-condicionado	SIP-3
1C	Alto	Kits elétricos	SIP-4
1C	Muito alto	Kits hidráulicos	SIP-5
3D	Baixo	Banheiros prontos	SIP-6

Fonte: Autores, baseado no CTE/BRAIN (2024)

Um dos diferenciais entre o levantamento do CTE/BRAIN e o presente estudo é a constatação de que incorporadoras vêm demonstrando interesse em níveis 4A, ainda que em pequena escala. No entanto, nota-se uma predominância de fornecedores atuando com componentes e subcomponentes, enquanto construtoras tendem a trabalhar com elementos volumétricos. Além disso, identificou-se que algumas empresas exercem duplas funções, como fornecedoras e incorporadoras, com maior concentração de atuação no nível 4A.

A atuação de fornecedoras e incorporadoras com produtos classificados no nível 4A, como banheiros e cozinhas prontos, além de painéis que possibilitam arranjos variados, pode representar uma estratégia de negócio eficaz, ao oferecer ao cliente a possibilidade de visualizar o produto final, o que pode ser um atrativo da solução proposta e maior difusão do produto. Por outro lado, fornecedores, devido à relação mais indireta com os clientes finais, tendem a adotar estratégias baseadas em soluções com maior grau de complementação da construção, como *kits* e *frames*. Esses produtos oferecem maior agilidade à execução da obra em reformas ou novas construções.

As diretrizes apresentadas na Figura 5 trazem uma perspectiva da CM no Brasil, considerando as características do setor construtivo nacional, ainda predominantemente tradicional. As barreiras identificadas foram organizadas em seis tópicos, e as diretrizes correspondentes foram propostas como alternativas para sua superação. Essas diretrizes complementam a análise dos produtos modulares realizada (Quadros 4 e 5), contribuindo para uma visão mais abrangente sobre os desafios e oportunidades da CM no contexto brasileiro.

Países com predominância à construção tradicional enfrentam maiores desafios para a implementação da CM. A ausência de incentivos governamentais, normas técnicas específicas e o conhecimento limitado restringem a difusão dessa prática. Contudo, princípios já conhecidos e amplamente difundidos em processos produtivos podem impulsionar a adoção da CM, especialmente por meio do uso de subcomponentes e componentes que permitem maior flexibilidade na definição do produto e aceleram a construção de determinados elementos do projeto.

Quadro 5: Tipo de produto identificados no mercado

Incorporadora/ construtora	Fornecedor	Produtos identificadas	EM (Quadro 2)	Similaridade com (Quadro 3)
	Araucária Perfis	Perfis de aço	Nível 1A	SEI-3
	Conceito Modular e Offsite			
	Espaço Smart	Perfis para forro modular	Nível 1A	SEI-3
	MarteconKits	Kits hidráulicos	Nível 1C	SIP-5
	Smart Pods			
	Conceitto	Shafts	Nível 1C	SIP-2
	Araucária Perfis	Kits de acessórios para drywall	Nível 1C	SIP
	Espaço Smart			
	Conceito Modular e Offsite	Chassi	Nível 2A	SEI-2
	Espaço Smart	Esquadrias para drywall	Nível 2A	SEI-2
	Espaço Smart	Steel frame	Nível 2A	SEI-2
Lafaete	Lafaete			
CMC Modular	CMC Modular			
Módulo Sequência				
Módulo Sequência		Painéis	Nível 3A	CI
Arvorá Modular				
	Espaço Smart	Volumes não acabado	Nível 3C	
	Conceito Modular e Offsite	Escadas	Nível 3B	CI-10
CMC Modular	CMC Modular	Coberturas Metálicas	Nível 3B	CI-7
CMC Modular	CMC Modular	Cozinhas prontas	Nível 3D	SIP-6
Opus Construtech	Conceitto	Banheiros prontos	Nível 3D	SIP-6
CMC Modular				
Conect Steel				
Box Modular				
Lafaete				
Opus Construtech		Containers, canteiro de obra, refeitório	Nível 4A	SEI-8
Four Trace				
CMC Modular	CMC Modular			
Lafaete	Lafaete			
Lafaete	Lafaete	K - House	Nível 4A	SEI-8
Lafaete	Lafaete	Containers, alojamentos prontos, lojas, escritórios	Nível 4A	SEI-8
Modularis Offsite Building				
Lafaete	Lafaete	Galpão	Nível 4A	SEI-8
CMC Modular	CMC Modular			
Lafaete	Lafaete	Habitações/ escolas/ escritórios	Nível 4A	SEI-8
Opus Construtech				
Aratau Construção Modular				
Casas Alea				
Modularis Offsite Building				
Four Trace				
CMC Modular	CMC Modular			
Cittá Modular				
Módulo Sequência				
Conect Steel				
Arvorá Modular				
Box Modular				
Nível 1A =0 Nível 1C=0 **Nível 2A=3** (frames) Nível 3C=0 **Nível 3A=2** (painéis) Nível 3B=1 (coberturas) **Nível 3D=5** (banheiros) **Nível 4A=5** (diversos)	**Nível 1A =3** (perfis) **Nível 1C=5** (kits) **Nível 2A=5** (frames) Nível 3A=0 **Nível 3C=1** (volumes) **Nível 3B=2** (escadas/ coberturas) **Nível 3D=2** (cozinhas /banheiros) **Nível 4A=2** (diversos)	**Totais identificados para fornecedores e incorporadoras/construtoras**		

Fonte: Autores

Ainda que a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) tenha divulgado um “Guia de Desenvolvimento e Adoção de Plataformas de Produto na Construção” (CBIC, 2025), voltada para clientes do setor público e privado, fabricantes de materiais, componentes, elementos e sistemas, e empresas de projeto e consultoria, construtoras e/ou integradoras, e montadoras, entende-se que faltam ferramentas e

procedimentos detalhados que orientam empresas com pouco conhecimento em CM a entenderem e transitar de forma simples para CM. A difusão de conceitos e produtos da CM é crucial para sua adoção.

Figura 5: Diretrizes baseadas em fatores de sucesso

Barreiras	Diretrizes baseadas em fatores de sucesso
Barreiras de atitude	**Forte liderança e decisões colaborativas e comunicação aberta**
A construção em modelos tradicionais predominantes no Brasil limita a flexibilização no alinhamento de metas do empreendimento, desenvolvidos em ambientes com participação de partes com objetivos individuais	A CM busca maior colaboração entre todas as partes para definição e compatibilização do produto. Entende-se que ao iniciar a produção dentro da plataforma, há maior dificuldade de correção de erros. Assim, simulação, compatibilização, troca de informação, e estudos detalhados são importantes para um processo de producão e instalacão eficaz da CM
Barreiras de conhecimento	**Envolvimento antecipado**
Os benefícios da CM são pouco conhecidos no setor da construção atual. A falta de logística para produção e transporte pode limitar a compreensão da CM, principalmente em relação ao projeto, produção e instalação	A viabilização de produção e transporte de produtos modulares pode auxiliar na adoção da CM. Em locais onde vias de acesso são limitadas, o particionamento de produtos, em pequenas dimensões, com possibilidade de montagem flexível no canteiro de obra pode reduzir o impacto da logística e instalação dos produtos modulares em fábricas distantes do local de instalação. Subcomponentes e componentes são mais adequados para esse fim
Barreiras técnicas	**Expertise**
Pouca capacidade de fabricação e fornecimento de produtos para CM. Diferentes plataformas de produto devem ser compostas para produzir uma diversidade de produtos, o que pode acarretar um desafio para empresas em estágios iniciais de adoção da CM	Entende-se que fornecedores representem boa parte dos produtos modulares disponíveis no mercado, que por sua vez não dependem do cliente final para a sua produção e definição. Nesse caso, empresas que decidem adotar com produtos modulares são desafiadas a desenvolverem seus projetos a partir de módulos pré-definidos. No entanto, a variedade desses produtos pode ser considerada para maior diferenciação do produto final, de acordo com os desejos do cliente. Isso se limita aos itens mais flexíveis de aplicação em produtos semi-prontos, como o caso de acabamentos, texturas, cores, esquadrias, pisos, e acessórios
Barreiras financeiras	**Gerenciamento otimizado**
O elevado custo logístico e do projeto, e insegurança para a inovação limitam a CM. Há necessidade de definição de estratégias de negócio por meio de estudos de viabilidade para adoção de CM	Considerar segmentos de produtos mais acessíveis e boa divulgação pode auxiliar a estabelecer um negócio viável, e com maior expansão do mercado. É evidente que os fornecedores impulsionam o mercado de produtos e consequentemente a CM, portanto, o processo transitório da construção tradicional para modular pode se tornar necessário para acoplar novos produtos ao mercado
Barreiras do processo	**Gerenciamento otimizado**
A plataforma de produção da CM exige mecanização e equipamentos de grande dimensão para produção e transporte de produtos. Investimentos são necessários para iniciar a CM, e pode limitar empresas a adotarem a CM	Iniciar a CM a partir de produtos disponibilizados pelos fornecedores no mercado pode reduzir a necessidade de construção de plataformas por construtoras e incorporadoras. Um estudo de viabilidade constante é necessário para analisar tendências do mercado e melhor modelo de negócio, que influenciam no investimento para adoção da CM
Barreiras regulamentares	**Regulamentação**
No Brasil ainda não existem normas e regulamentos para a CM. A CM demanda o estabelecimento e cumprimento de requisitos dispostos em normas vigentes	O desenvolvimento de normas é fundamental para garantir que produtos modulares possam cumprir com os requisitos de desempenho da construção. Normas podem potencializar a confiança por apresentar parâmetros mensuráveis e orientações precisas para a CM

Fonte: Autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como objetivo caracterizar produtos modulares aplicados no contexto brasileiro, os desafios relacionados à adoção da CM, e propor diretrizes para sua implementação progressiva, considerando o estado da arte da CM no Brasil. Foram identificadas construtoras, incorporadoras e fornecedores para a análise dos produtos modulares disponíveis. Os produtos identificados estão classificados nos níveis 1 e 2 para fornecedores, e nos níveis 3 e 4 para construtoras. No entanto, os resultados indicam que a CM no Brasil, e em especial no estado de São Paulo, ainda se encontra em estágios iniciais, com maior parte dos produtos nos níveis 3 e 4 restringido a banheiros e cozinhas pré-fabricadas.

Embora haja divulgação de sistemas construtivos completos para habitações, escolas e escritórios, poucos empreendimentos são efetivamente realizados devido a barreiras relacionadas à atitude, ao conhecimento técnico, a aspectos regulatórios e a limitações financeiras. Assim, entende-se que os produtos *off-site* no Brasil possam ser classificados em dois grandes grupos: kits, perfis, chassis e banheiros prontos, geralmente desenvolvidos por fornecedores especializados; e painéis e sistemas construtivos de pequena dimensão, muitas vezes utilizados para escritórios e habitações, desenvolvidos principalmente por incorporadoras/ construtoras.

Fomentar estratégias e diretrizes para a adoção gradual da CM é fundamental para promover uma mudança de paradigma e possibilitar que o setor construtivo usufrua dos benefícios dessa abordagem. Contudo, são necessárias pesquisas com análises mais detalhadas e abrangência regional maior, a fim de avaliar as implicações da CM e estabelecer diretrizes mais concretas para sua aplicação. De modo geral, esta pesquisa oferece subsídios relevantes que contribuem para o avanço do conhecimento e a difusão da CM no Brasil.

REFERÊNCIAS

AKINRADEWO, O. et al. Modular method of construction in developing countries: the underlying challenges. International **Journal of Construction Management**, v. 23, n. 8, p. 1344–1354, 11 jun. 2023.

ALI, A. H. et al. Application of Ginni's mean analysis for identifying the stationary driver enhancing modular construction adoption in the building industry. **International Journal of Construction Management**, v. 0, n. 0, p. 1–12, 2024.

ARSHAD, H.; ZAYED, T. Critical influencing factors of supply chain management for modular integrated construction. **Automation in Construction**, v. 144, p. 104612, 1 dez. 2022.

BAKER, J. D. The Purpose, Process, and Methods of Writing a Literature Review. **AORN journal**, v. 103, n. 3, p. 265–269, mar. 2016.

BATAGLIN, F. S. et al. BIM 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto engineer-to-order. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 173–192, mar. 2018.

BAÚ, G.; OVIEDO-HAITO, R. J. J. Mapping activities and inputs of modular construction with steel 3D modules in Brazil. IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. Anais...2022.

BOAFO, F. E.; KIM, J.-H.; KIM, J.-T. Performance of Modular Prefabricated Architecture: Case Study-Based Review and Future Pathways. **Sustainability,** v. 8, n. 6, p. 558, jun. 2016.

BROWN, G.; SHARMA, R.; KIROFF, L. Insights into the New Zealand Prefabrication Industry. 54th INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ARCHITECTURAL SCIENCE ASSOCIATION. Anais...2020.

CBIC**. Guia de Desenvolvimento e Adoção de Plataformas de Produto na Construção** - Parte 1: fundamentos. 2025.

CTE/BRAIN, B. I. E. **Panorama do estágio de adesão das empresas incorporadoras e construtoras à transformação digital, sustentabilidade e industrialização.** CTE/Brain, 2024.

FELDMANN, F. G.; BIRKEL, H.; HARTMANN, E. Exploring barriers towards modular construction – A developer perspective using fuzzy DEMATEL. **Journal of Cleaner Production**, v. 367, p. 133023, 20 set. 2022.

GAO, A. Characteristics and Application of Modular Integrated Construction**. Highlights in Science, Engineering and Technology,** v. 28, p. 206–212, 31 dez. 2022.

GOSLING, J. et al. Defining and Categorizing Modules in Building Projects: An International Perspective. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 11, p. 04016062, 1 nov. 2016.

JANG, J. et al. Toward productivity in future construction: mapping knowledge and finding insights for achieving successful offsite construction projects. **Journal of Computational Design and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 1–14, 25 jan. 2021.

KHAN, A. et al. Drivers towards Adopting Modular Integrated Construction for Affordable Sustainable Housing: A Total Interpretive Structural Modelling (TISM) Method. **Buildings**, v. 12, n. 5, p. 637, maio 2022.

KOLUGALA, L. M. B. N.; PAN, W.; KUMARASWAMY, M. M. A dialectical system framework for adopting modular integrated construction. IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE, v. 1101, n. 4, p. 042020, nov. 2022.

LACOVIDOU, E. et al. Digitally enabled modular construction for promoting modular components reuse: A UK view. **Journal of Building Engineering**, v. 42, p. 102820, 1 out. 2021.

LANGSTON, C.; ZHANG, W. DfMA: Towards an Integrated Strategy for a More Productive and Sustainable Construction Industry in Australia. **Sustainability**, v. 13, n. 16, p. 9219, jan. 2021.

LIN, T. et al. Offsite construction in the Australian low-rise residential buildings application levels and procurement options**. Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 29, n. 1, p. 110–140, 1 jan. 2022.

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**, 2023.

PAN, W.; ZHANG, Z.; YANG, Y. Briefing: Bringing clarity and new understanding of smart and modular integrated construction. PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS - SMART INFRASTRUCTURE AND CONSTRUCTION, v. 173, n. 1, p. 175–179, mar. 2020.

PELTOKORPI, A. et al. Categorizing modularization strategies to achieve various objectives of building investments. **Construction Management and Economics**, v. 36, n. 1, p. 32–48, 2 jan. 2018.

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

ROCHA, C. G. DA; KOSKELA, L. Why Is Product Modularity Underdeveloped in Construction? 28TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2020.

SALAMA, T.; SAID, H. Agility assessment framework for modular and offsite construction. **Construction Innovation**, 2023.

SALAMA, T.; SALAH, A.; MOSELHI, O. Integration of Offsite and Onsite Schedules in Modular Construction. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION (ISARC) PROCEEDINGS, v. 2017 Proceedings of the 34rd ISARC, Taipei, Taiwan, p. 767–774, 1 jul. 2017.

SHAHZAD, W. M. et al. Benefits, constraints and enablers of modular offsite construction (MOSC) in New Zealand high-rise buildings. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2023.

SHAN, S. et al. Engineering modular integrated construction for high-rise building: a case study in Hong Kong. PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS - CIVIL ENGINEERING, v. 172, n. 6, p. 51–57, 2019.

SILVA, M. H. B. DA et al. Insertion of Modular Construction Aligned With Lean Principles: A Conceptual Map Model. 32ND ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC 32). 2024.

SRISANGEERTHANAN, S. et al. Review of performance requirements for inter-module connections in multi-story modular buildings. **Journal of Building Engineering**, v. 28, p. 101087, 1 mar. 2020.

STEINHARDT, D. A.; MANLEY, K.; MILLER, W. Reshaping housing - the role of prefabricated systems. In Pich-Aguilera, F (Ed.) PROCEEDINGS OF THE 2014 WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE (SB14), v. 3. Green Building Council, Spain, pp. 167-173.

TENNANT, S.; MCCARNEY, M.; TONG, M. K. L. Re-engineering the construction supply chain: Transferring on-site activity, off-site. PROCS 28TH ANNUAL ARCOM CONFERENCE. 3 set. 2012.

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. **MIS Quarterly**, v. 26, n. 2, p. xiii–xxiii, 2002.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q. Barriers to the adoption of modular integrated construction: Systematic review and meta-analysis, integrated conceptual framework, and strategies. **Journal of Cleaner Production**, v. 249, p. 119347, 10 mar. 2020a.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q. Critical success factors for modular integrated construction projects: a review. **Building Research & Information**, v. 48, n. 7, p. 763–784, 2 out. 2020b.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q. Evaluating the Critical Failure Factors for Implementing Residential Modular Integrated Construction Projects. CONFERENCE: 2020 INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION AND REAL ESTATE MANAGEMENT. p. 379–389, 14 out. 2020c.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q. Towards a decision support for modular integrated construction: an integrative review of the primary decision-making actors. **International Journal of Construction Management**, v. 22, n. 5, p. 929–948, 15 abr. 2022.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q. Exploring the critical production risk factors for modular integrated construction projects. **Journal of Facilities Management**, v. 21, n. 1, p. 50–68, 1 jan. 2023.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q.; OSEI-KYEI, R. Quantitative evaluation and ranking of the critical success factors for modular integrated construction projects. **International Journal of Construction Management**, v. 22, n. 11, p. 2108–2120, 18 ago. 2022.

WUNI, I. Y.; SHEN, G. Q. P.; MAHMUD, A. T. Critical risk factors in the application of modular integrated construction: a systematic review. **International Journal of Construction Management**, v. 22, n. 2, p. 133–147, 8 mar. 2022.

YANG, Z.; LOU, J.; LU, W. Lean modular integrated construction manufacturing: operation based production process optimization. 2023 EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION AND THE 40TH INTERNATIONAL CIB W78 CONFERENCE. 10 jul. 2023.