

PRÁTICAS E RECURSOS DE FOLGA NA CONSTRUÇÃO MODULAR INTEGRADA: INVESTIGANDO O TRABALHO-COMO-REALIZADO

Slack practices and resources in modular integrated construction: investigating work-as-done

Guilherme Luiz Canzian Marion

Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | canzianguilherme@gmail.com

Louise Chiarello Amaro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | louisechiarello@hotmail.com

Tarcisio Abreu Saurin

Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | saurin@ufrgs.br

RESUMO

A Construção Modular Integrada (CMI) é uma alternativa para reduzir a variabilidade no canteiro de obra. Nesse método, o projeto é dividido em módulos que são produzidos em um ambiente controlado e posteriormente transportados para o local de montagem. No entanto, a CMI adiciona complexidade em outros níveis, como a interdependência entre setores (projeto, fábrica, logística e montagem), prazos curtos e variação da demanda. Isso requer o acionamento de práticas e recursos de folga (PRF) que contribuam para reduzir a lacuna entre o trabalho-como-realizado e o trabalho-como-imaginado. O presente estudo tem como objetivo identificar o uso das folgas no trabalho-como-realizado de uma empresa de construção modular integrada. Um estudo de caso foi conduzido em uma empresa de CMI que atendia duas obras de grande porte. As fontes de evidência incluem observação não-participante em reuniões de planejamento, análise de documentos e entrevistas semiestruturadas. Os resultados apontam para a importância das PRF na redução da lacuna entre o trabalho planejado e o realizado, já que todas as práticas identificadas foram oportunistas, atuando informalmente para suprir deficiências do planejamento. Também destacam a necessidade de considerar o compartilhamento de recursos entre unidades fabris como fator crítico para o sucesso dos projetos na CMI.

Palavras-chave: Folgas; Construção Modular; Variabilidade; Trabalho-como-realizado.

ABSTRACT

Modular Integrated Construction (MIC) is an alternative to reduce variability on the construction site. In this method, the project is divided into modules that are produced in a controlled environment and then transported to the assembly site. However, MIC adds complexity at other levels, such as interdependence between sectors (project, factory, logistics and assembly), short deadlines and variation in demand. This requires triggering slack practices and resources (SPR) that contribute to reducing the gap between work-as-done and work-as-imagined. This investigation aims to identify the use of slack in work-as-done through a case study in a MIC company that served two large projects. Sources of evidence include non-participant observation at planning meetings, document analysis, and semi-structured interviews. The results point to the importance of SPR in reducing the gap between the work planned and the work actually carried out. Since all the SPR identified were opportunistic, informal practices were key to overcome planning deficiencies. Results also highlight the need to consider sharing resources between manufacturing units as a critical factor for the success of MIC projects.

Keywords: Slack; Modular Construction; Variability; Work-as-done.

1 INTRODUÇÃO

Na construção *off-site*, os elementos e componentes são planejados, projetados, fabricados e pré-montados em local distinto daquele destinado à instalação definitiva, visando a execução mais rápida e eficiente de estruturas (Goodier e Gibb, 2007). Como um exemplo de construção *off-site*, destaca-se a construção modular, que envolve a utilização de unidades tridimensionais que criam espaços funcionais e formam um edifício completo, englobando desde submontagem de componentes até a chamada construção modular integrada (CMI) (Gibb, 1999). A CMI consiste na modularização de elementos e componentes de construção, transformando-os em módulos pré-acabados, enquanto integra todos os processos do ciclo de vida da construção: planejamento, projeto, produção e montagem (Pan e Hon, 2020). Nesse novo paradigma, o edifício é dividido em módulos volumétricos completos, manufaturados em ambiente fabril, e depois transportados para o canteiro de obras para instalação, com poucas atividades de construção *on-site* (Hussein; Zayed, 2021; Arshad; Zayed, 2022). Dessa forma, a CMI transforma o processo linear e fragmentado da construção convencional em uma produção e montagem de módulos pré-fabricados e pré-acabados com maior valor agregado, possibilitando maior controle de qualidade e redução de interrupções e riscos no ambiente de trabalho (Wuni; Shen, 2019).

No entanto, apesar de diminuir a complexidade no nível da obra, com a redução de atividades no canteiro e a diminuição da demanda por mão de obra (Molavi; Barral, 2016; Arshad; Zayed, 2022), a CMI apresenta desafios devido à sua cadeia de suprimentos complexa. Comparada à construção convencional, a CMI envolve uma cadeia de valor mais longa, com variedade de processos e partes interessadas que abrangem as fases de planejamento, design, aprovação, fabricação, transporte, armazenamento, montagem e inspeção no canteiro de obras (Wuni; Shein, 2020; Lim *et al.*, 2022). Além disso, na CMI, os módulos são produzidos sob demanda, de acordo com as especificações exclusivas de cada projeto. Isso exige uma gestão integrada que proporcione a entrega pontual e precisa no canteiro de obras, com a quantidade e qualidade necessárias (Hussein; Zayed, 2021). Esse processo personalizado e dependente da coordenação entre várias partes interessadas aumenta a variabilidade, o que, por sua vez, amplifica a incerteza e os riscos ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, comprometendo os benefícios que a CMI propõe (Wuni; Shen; Mahmud, 2019).

A elevada variabilidade desse contexto requer o acionamento de mecanismos que aproximem o trabalho-como-realizado do trabalho-como-imaginado, como as práticas e recursos de folga (PRF). Segundo Bourgeois (1981), as folgas são “um conjunto de recursos disponíveis ou potenciais que permitem que a organização se adapte a pressões internas e externas”. Os recursos de folga podem ser de qualquer tipo, como pessoas, dinheiro e tarefas reserva (Chen *et al.*, 2024; Kim *et al.*, 2008; Ballard e Tommelein, 2021). As práticas de folga se referem a como esses recursos são acionados, seja por meio de redundâncias, flexibilidade, ou margens de manobra. Embora similar, o conceito de folgas se distancia do tradicional conceito de *buffers* na literatura de gestão e economia da construção. Fireman *et al.* (2023) aponta três motivos para essa diferenciação: (i) *buffers* se restringem aos recursos de tempo, capacidade e estoque; (ii) a literatura de *buffers* considera os conceitos de recursos e práticas como intercambiáveis; e (iii) os *buffers* se referem a recursos projetados no sistema para lidar com a parcela prevista da variabilidade, enquanto as folgas podem ser oportunistas e acionadas para lidar também com uma parcela imprevisível da variabilidade.

Estudos anteriores apontam o papel das PRF em lidar com a variabilidade na construção civil convencional (Fireman *et al.*, 2023; Formoso *et al.*, 2021; Fireman *et al.*, 2018), em empreendimentos de reforma (Hamerski *et al.*, 2023), em empreendimentos do tipo *engineer-to-order* (Bataglin *et al.*, 2024), em grandes loteamentos residenciais (Vieira *et al.*, 2024), e a contribuição das folgas para o desempenho resiliente de empreendimentos da construção quanto a práticas participativas voltadas à segurança (Cambraia *et al.*, 2024) e enfrentamento da COVID-19 em canteiros (Tonetto *et al.*, 2023). O papel das folgas no contexto da CMI ainda é pouco compreendido, mas relaciona-se principalmente ao compartilhamento de informações entre setores e níveis hierárquicos como apoio a práticas colaborativas (Amaro *et al.*, 2024). Arshad e Zayed (2022) destacaram como fator crítico da CMI a variabilidade da demanda, que desorganiza toda a cadeia de suprimentos, especialmente o transporte e o armazenamento. Os autores destacaram que um layout eficiente no canteiro de obra pode oferecer um espaço de trabalho maior para acomodar várias máquinas ou armazenar módulos temporariamente, funcionando como uma folga para absorver o impacto dessa variabilidade de demanda (Arshad; Zayed, 2022).

No entanto, não há evidências de estudos que analisem a aplicação específica dessas PRF com o objetivo de aproximar o trabalho como realizado daquele que foi imaginado, a fim de mitigar os impactos da variabilidade na CMI. Diante desse contexto, o estudo possui como questão de pesquisa: como o trabalho-como-realizado é influenciado pelo uso de práticas e recursos de folga no contexto da construção modular integrada? O objetivo derivado dessa questão é identificar o uso das folgas no trabalho como realizado de uma empresa de construção modular integrada.

2 MÉTODO

Estudo de caso foi a estratégia de pesquisa adotada neste estudo considerando o tipo de questão de pesquisa (como?), a falta de controle dos pesquisadores sobre os acontecimentos e o foco em um fenômeno contemporâneo da vida real (Yin, 2013). Essas características enquadram-se no objetivo deste trabalho, que se preocupa em identificar o uso das PRF no contexto da CMI. Um estudo de caso foi realizado em uma empresa de construção modular integrada (Empresa A), e as principais unidades de análise consideradas foram um canteiro de obras (“Obra 01”) e uma fábrica (“Fábrica 01”), com delimitação para as etapas de produção na Fábrica 01 e execução da Obra 01.

A Empresa A é especializada em obras industrializadas e na construção de módulos desde 2001, com atuação em todo o Brasil e fábricas na região Sul. Essa empresa possui dois principais segmentos de negócios: o primeiro, voltado para soluções modulares no sistema penitenciário, e o segundo, mais flexível e customizável, que atende a diversos setores, como comercial, residencial, educacional e saúde. O projeto analisado refere-se ao primeiro segmento, focado em soluções para o sistema penitenciário. O Empreendimento A envolve a reforma e adaptação de módulos destinados a celas e espaços de convivência para detentos com uma área construída de aproximadamente 15.000 m². O fornecimento inclui 3 monoblocos tipo 1, 240 monoblocos tipo 2, 120 monoblocos tipo 3 e 566 painéis. A execução foi dividida em duas etapas principais: Etapa A, com conclusão em 6 meses, e Etapa B, com término em 12 meses. Cada etapa possui três fases: (i) demolição; (ii) execução das obras no local; e (iii) montagem dos módulos industrializados.

Os principais motivos para a escolha da empresa A foram: (i) a gestão simultânea de duas grandes obras de um mesmo cliente; (ii) a fragmentação da cadeia de suprimentos, particularmente observável em empresas de CMI, e a estreita relação entre a fábrica e a obra; e (iii) a presença de um sistema estruturado de planejamento e controle da produção, semelhante ao *Last Planner System*. Os motivos (i) e (ii) são indicativos da complexidade do projeto e indicam a necessidade de PRF, enquanto o motivo (iii) permite a compreensão das decisões de planejamento e controle da produção que podem influenciar a implantação das PRF.

Diversas fontes de evidência foram utilizadas na coleta de dados para permitir triangulação, como: (i) observação não-participante em reuniões de planejamento (6 horas), em que os pesquisadores não emitiram opiniões e não influenciaram o andamento; (ii) análise de documentos de planejamento (6 planilhas de curto e médio prazo); (iii) entrevistas (6 horas); e (iv) workshop para apresentação de resultados (2 horas). As entrevistas aconteceram em dois *rounds*. No primeiro *round*, foram realizadas três entrevistas segundo o Método das Decisões Críticas (Crandall *et al.*, 2006), com o objetivo de identificar e aprofundar um evento crítico que demandou o acionamento de PRF. Essas entrevistas seguiram os seguintes passos: (1) identificação do evento; (2) construção da linha do tempo do evento; (3) aprofundamento; (4) questionamentos hipotéticos do tipo “e se?”. No segundo *round*, foram realizadas seis entrevistas para apresentar as PRF identificadas na coleta de dados e aprofundar o entendimento do contexto de acionamento dessas PRF. As entrevistas do segundo *round* não seguiram um roteiro estruturado, mas foram perguntados os sacrifícios e benefícios atrelados ao acionamento de cada PRF. Todas as entrevistas e o workshop foram gravados e transcritos *verbatim*. As transcrições e documentos somados resultaram em um *dataset* de cerca de 30 mil palavras. O Quadro 1 apresenta os participantes das entrevistas e do workshop.

Quadro 1: Participantes das entrevistas e workshop

Entrevistado	Tempo de experiência na indústria da construção	1º round de entrevistas	2º round de entrevistas	Workshop
Gerente de planejamento	1,5 anos	X	X	X
Gerente de produção na fábrica	14 anos	X	X	
Gestor da obra	24 anos	X	X	
CEO	20 anos		X	X
Gerente de projetos	12 anos		X	
Analista de engenharia	5 anos		X	

Fonte: os Autores (2025)

Uma análise temática dedutiva foi conduzida seguindo os procedimentos de Pope *et al.* (2000) para analisar dados textuais coletados nas fontes de evidência apresentadas. Na etapa de familiarização, as transcrições foram lidas diversas vezes em busca de fragmentos de texto associados ao conceito de práticas e recursos de folga apresentado na seção de introdução. Na etapa de codificação, os fragmentos de texto foram transformados em códigos, que correspondem às práticas e recursos de folga. As PRF também foram classificadas de acordo com o recurso e com a prática utilizadas no acionamento. O Quadro 2 apresenta as subcategorias relacionadas à prática de margem de manobra (autônoma, defensiva e compartilhada).

Quadro 2: Prática de margem de manobra

Subcategoria	Definição
Autônoma	Reorganizar localmente para adicionar margem ou aumentar a habilidade de uma unidade de regular sua margem de acordo com a disponibilidade de recursos
Defensiva	Aumentar as margens de uma unidade ao restringir ou pegar emprestado a margem de outra unidade
Compartilhada	Criar um conjunto de recursos em comum que podem ser utilizados por diferentes unidades

Fonte: Stephens *et al.* (2011)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O evento crítico identificado no 1º *round* de entrevistas corresponde ao atraso na produção de móveis de concreto para a Etapa A Obra 01, que seria atendida pela Fábrica 01 de acordo com o trabalho-como-imaginado. Quando os primeiros indícios de atraso foram percebidos pelo gerente de produção da fábrica, foi iniciado o compartilhamento de recursos entre a Obra 01 e uma segunda obra (Obra 02) que era realizada em paralelo (PRF 1). O trabalho em horas extras e aos finais de semana (PRF 2) e o uso de formas de madeira estocadas (PRF 3) também foram importantes mecanismos acionados. As formas metálicas são preferidas em relação às formas de madeira por serem menos quebradiças, mas a segunda opção foi utilizada devido à escassez da primeira. Dessa forma, a utilização de formas de madeira permitiu um início rápido da produção de móveis, ainda que tenha resultado em retrabalhos e consertos.

Posteriormente, a Fábrica 01 tomou um espaço da Fábrica 02 emprestado para produção de formas metálicas (PRF 4). Por um lado, possuir mais formas aumentou a capacidade produtiva da Empresa A. Por outro, a empresa fez uso dessa oportunidade para manufaturar os móveis em excesso (PRF 5), resultando também em perdas por superprodução e aumento de áreas de estoque de produtos acabados em fábrica (PRF 6). No entanto, observou-se como efeito colateral positivo do acionamento dessas folgas a disponibilidade prévia de produtos acabados para a Obra 02, que fazia uso dos mesmos tipos de móveis modulares. Dessa forma, um conjunto de folgas que em primeiro momento representou perdas para a empresa A, se apresentou como uma oportunidade para adiantar a produção da Obra 02. Outra oportunidade identificada foi a capacidade da Empresa A de produzir um produto, que anteriormente era terceirizado, dentro de suas instalações, oportunizando a ampliação de seu plano de negócios e portfólio de produtos.

Por conta dos atrasos para expedição dos móveis de concreto, muitos desses móveis não puderam ser instalados na Obra 01 por meio de içamento com o uso de grua. Assim, foi necessário providenciar um transporte alternativo com o uso de um carrinho de mão para permitir a entrada dessas peças na obra e instalação (PRF 7). O acionamento dessa PRF possuiu como efeitos colaterais lentidão e esforço físico dos operadores.

Ao todo, sete PRF foram identificadas no estudo (Quadro 3). Cinco recursos foram utilizados, sendo equipamentos (3 vezes), materiais, tempo, capacidade e espaço (1 vez cada). Quanto às práticas para acionamento das folgas, houve três margens de manobra defensivas, duas autônomas e duas compartilhadas. Todas as PRF foram oportunistas, ou seja, não foram arbitrariamente projetadas com antecipação no planejamento e controle da Obra 01, mas surgiram de práticas informais. Dessa forma, essas PRF oportunistas foram úteis para preencher as lacunas entre o trabalho-como-imaginado, principalmente pelos níveis hierárquicos do *Last Planner System*, e o trabalho-como-realizado.

Quanto à reflexão de sacrifícios e benefícios das PRF realizado no 2º *round* de entrevistas, os respondentes indicaram que o trabalho em horas extras e aos finais de semana (PRF 2) era a PRF menos custo-efetiva. Um dos respondentes indicou que essa seria a PRF com o maior custo direto e foi acionada ao longo de vários finais de semana. Essa folga também resultou em uma série de custos indiretos e intangíveis associados ao seu acionamento. Estudos anteriores reportam redução significativa em produtividade e aumento de acidentes e quase-acidentes após o prolongamento da carga de trabalho por vários finais de semana (Hanna *et al.*, 2013; Alisson *et al.*, 2019). Apesar de reconhecerem a necessidade de redução dessa PRF, os participantes do workshop para apresentação de resultados finais não apontaram soluções concretas. A redução ou eliminação dessa folga exige reflexão, já que suprimi-la implica em substituí-la por outra PRF mais custo-efetiva. A substituição é necessária para reduzir a lacuna entre o trabalho-como-imaginado e o trabalho-como-realizado, pois a simples eliminação potencialmente resultaria no retorno dessa PRF em projetos futuros.

O compartilhamento de recursos entre os dois canteiros de obra (PRF 1) é uma PRF pouco discutida no contexto de CMI e foi elencada como a mais custo-efetiva pelos entrevistados no 2º *round*. Ela baseia-se na colaboração intersetorial da Empresa A e capacidade de balancear recursos entre duas unidades fabris. A literatura de gestão de cadeia de suprimentos comumente associa essa folga ao termo “diversificação geográfica”, que corresponde a distribuir a capacidade produtiva entre diferentes unidades para atender a flutuações de demandas (Kovach *et al.*, 2015). Outro termo correlato é a “redundância de fornecedores”, que

corresponde a balancear demanda entre dois fornecedores (nesse caso, duas fábricas). No entanto, esse balanceamento exige a padronização das capacidades produtivas de ambos os fornecedores em termos de equipamentos, equipes e processos para atender o cliente final (Azadegan *et al.*, 2021).

A superprodução de formas metálicas (PRF 5) e o estoque de produtos acabados na fábrica (PRF 6) são PRF comumente associadas ao tradicional conceito de *buffers* e como fontes de perdas na construção. Os resultados do estudo indicam que o conceito de folgas abrange o conceito de *buffer*, conforme argumentado por Fireman *et al.* (2023), já que apenas duas das sete PRF identificadas são também *buffers*.

Quadro 3: PRF identificadas

Instanciação de PRF	Recurso	Prática	Descrição e efeitos colaterais
1. Compartilhamento de recursos entre os dois canteiros de obra	Materiais	Compartilhada	Móveis de concreto apresentam tamanhos modulares e padronizados, permitindo que recursos de uma obra sejam enviados à outra. Mobiliário de concreto da obra mais avançada foi direcionado para a obra mais atrasada
2. Trabalho em horas extras e aos finais de semana	Tempo	Defensiva	Acionado como uma tentativa de recuperar atrasos. Resultou em mais custos, diminuiu o desempenho da equipe e aumentos a ocorrência de acidentes na fábrica
3. Uso de formas de madeira obsoletas que estavam estocadas	Equipamento	Autônoma	Falta de formas metálicas adequadas nos formatos e tamanhos necessários. Formas obsoletas se apresentaram quebradiças, resultando na necessidade de reparos.
4. Fabricação de formas metálicas na outra fábrica da mesma empresa	Equipamento	Defensiva	Falta de espaço e tempo para fabricação das formas na fábrica original. Aumento de custos logísticos.
5. Superprodução de formas metálicas	Capacidade	Defensiva	Resultou em aumento de capacidade produtiva de móveis de concreto, ao passo que elevou custos e gerou necessidade de áreas de estoque
6. Estoque de produtos acabados na fábrica	Espaço	Compartilhada	Efeito colateral imediato da PRF 5. Para a segunda fase de montagem, parte dos móveis foi produzida de forma adiantada
7. Uso de carrinhos de mão para o transporte de móveis de concreto para o interior da construção	Equipamento	Autônoma	A falta de espaço para manobra da grua resultou na improvisação de carrinhos de mão para transporte. Aumentou o tempo de transporte e reduziu a produtividade ao passo que elevou o esforço físico dos transportadores

Fonte: os Autores (2025)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo endereçou a seguinte questão de pesquisa: como o trabalho-como-realizado é influenciado pelo uso de práticas e recursos de folga no contexto da construção modular integrada? Foi realizado um estudo de caso em uma empresa de CMI. Sete práticas e recursos de folga foram identificadas ao longo das várias categorias de recursos e práticas. Uma das PRF foi identificada como mais provável para redução ou eliminação devido a sua baixo custo-efetividade. Os resultados apontam para a importância das PRF em reduzir a lacuna entre o trabalho-como-imaginado e o trabalho-como-realizado, já que todas as PRF identificadas foram oportunistas, contribuindo informalmente para suprir deficiências do planejamento e controle da produção. Os resultados também apontam para a necessidade de estudos em CMI considerarem o compartilhamento de recursos entre unidades fabris como importantes fatores para o sucesso de projeto.

Esse estudo se limitou a uma empresa de construção modular que utilizava o *Last Planner System*. Oportunidades de estudo futuro incluem: (i) investigar as PRF relacionadas ao compartilhamento de recursos em outros contextos da CMI e em diferentes graus de complexidade; (ii) investigar benefícios e sacrifícios das folgas, os quais influenciam a percepção de sucesso no uso desses recursos; (iii) utilizar de modelagem para representar o trabalho-como-imaginado e o trabalho-como-realizado e tornar mais evidente como as PRF contribuem para estreitar a lacuna entre eles.

5 AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- ALLISON, R. W.; HON, C. K. H.; XIA, B. Construction accidents in Australia: Evaluating the true costs. *Safety science*, v. 120, p. 886-896, 2019.
- AMARO, L. C.; FORMOSO, C. T.; BULHÕES, I. R.; SOARES, A. Role of Collaboration in Production Planning and Control in the Context of Modular Construction, *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32)*, 918-929, 2024. doi.org/10.24928/2024/0218
- ARSHAD, H.; ZAYED, T. Critical influencing factors of supply chain management for modular integrated construction. *Automation In Construction*, v. 144, p. 104612, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104612>.
- AZADEGAN, A.; MODI, S.; LUCIANETTI, L.. Surprising supply chain disruptions: Mitigation effects of operational slack and supply redundancy. *International journal of production economics*, v. 240, p. 108218, 2021.
- BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. 2020 Benchmark of the Last Planner® System of Project Planning and Control. Technical Report, Project Production Systems Laboratory (P2SL), University of California, Berkeley, California, USA, 111 p, 2021.
- BATAGLIN, F. S.; FORMOSO, C. T.; VIANA, D. D. Slack categories for managing risks in the delivery and assembly of engineer-to-order prefabricated building systems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, p. 14032-14045, 2024.
- BOURGEOIS, L. J. On the Measurement of Organizational Slack. *Academy of Management Review*, v. 6, i. 1, 1981.
- CAMBRAIA, F. B.; *et al.* A knowledge framework of participation supportive of resilient and safe construction projects: a systematic review. *Safety science*, 175, 106494, 2024.
- GIBB, A. G. *Off-site fabrication: prefabrication, pre-assembly and modularisation*. 1. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1999.
- GOODIER, C.; GIBB, A. Future opportunities for offsite in the UK. *Construction Management And Economics*, v. 25, n. 6, p. 585-595, 2007. <http://dx.doi.org/10.1080/01446190601071821>.
- HAMERSKI, D. C.; SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. The contributions of the Last Planner System to resilient performance in construction projects. *Construction Management and Economics*, 2023.
- HANNA, A. S.; *et al.* Impact of Crew Scheduling on Project Performance. *PRACTICE PERIODICAL ON STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION*, Vol. 18, No. 1, p. 35-44, 2013.
- HUSSEIN, M.; ZAYED, T. Critical factors for successful implementation of just-in-time concept in modular integrated construction: a systematic review and meta-analysis. *Journal Of Cleaner Production*, v. 284, p. 124716, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124716>.
- KOVACH, J. J.; *et al.* Firm performance in dynamic environments: The role of operational slack and operational scope. *Journal of Operations Management*, v. 37, p. 1-12, 2015.
- LIM, Yaik-Wah; LING, P. C.H.; TAN, C. S.; CHONG, Heap-Yih; THURAIRAJAH, A. Planning and coordination of modular construction. *Automation In Construction*, v. 141, p. 104455, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104455>.
- MOLAVI, J.; BARRAL, D. L. A Construction Procurement Method to Achieve Sustainability in Modular Construction. *Procedia Engineering*, v. 145, p. 1362-1369, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.201>.
- PAN, W.; HON, C. K. Briefing: modular integrated construction for high-rise buildings. *Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers - Municipal Engineer*, v. 173, n. 2, p. 64-68, 2020. <http://dx.doi.org/10.1680/jmuen.18.00028>.
- POPE, C. Qualitative research in health care: analysing qualitative data. *BMJ*, v. 320, n. 7227, p. 114-116, 2000. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.320.7227.114>.
- STEPHENS, R. J.; *et al.* Colliding dilemmas: interactions of locally adaptive strategies in a hospital setting. In: *Proceedings of the 4th resilience engineering symposium*. Sophia Antipolis: Resilience Engineering Association, 256–262, 2011.
- TONETTO, M. S.; *et al.* Resilient performance on construction projects in the post pandemic era: an organizational perspective. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(12), 5007-5028, 2024.
- VIEIRA, J. P. P.; ETGES, B. M. B. S.; VASCONCELOS, F. P. V.; BELLAVER, G. B.; NOGUEIRA, H. R. Synergy Between LPS and Slack: A Case Study in Brazilian Horizontal Housing Developments. *IGLC 2024 - 32nd annual conference of the international group for lean construction*, p. 428-441, 2024.

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, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119347>.

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, 2019. <http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2019.1613212>.

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, 2019. <http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2019.1668633>.

YIN, R. K. *Case study research: Design and methods*. Sage, 2013.