XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8997

Processo de adoção da construção modular em empresa de construção habitacional: Resultados iniciais

Adoption of modular construction in a residential building company: Initial findings

Ivan Carlos Alves Barbosa
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | ivan.barbosa@icloud.com
Ariovaldo Denis Granja
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | adgranja@unicamp.br

Resumo

A construção civil nacional representa 4,5% do PIB brasileiro, mas ainda é pautada por sistemas construtivos convencionais e mão de obra intensiva, comprometendo qualidade, custos e prazos. Pesquisas recentes apresentam globalmente a construção modular como solução construtiva que eleva a produtividade, mas no Brasil, que apresenta baixa utilização, esbarrando em barreiras culturais, falta de gestão estruturada e escassez de estudos empíricos na literatura brasileira. Essa pesquisa se justifica ao investigar a maneira como é gerido o processo de adoção de construção modular em uma empresa entrante no setor de incorporação, verificando barreiras e oportunidades de implantações do sistema. Adotou-se o método da Pesquisa-ação, focada em quatro unidade de negócio: pré-fabricados de concreto, módulos hidráulicos e elétricos, banheiro pronto e edificação, onde as três unidades de negócio se integram. Neste artigo o recorte foca nos resultados iniciais da unidade de banheiros prontos, coletando dados por observação e atuação do pesquisador, análise documental e entrevistas buscando preencher a lacuna empírica relativa à adoção de construção modular.

Palavras-chave: Construção Modular. Gestão de Construção. Pesquisa-ação. Construção Offsite. Habitação Modular.

Abstract

The domestic construction industry accounts for 4,5% of the Brazilian Gross Domestic Product (GDP); however, it remains driven by conventional construction systems and labor-intensive practices, compromising quality, costs, and project schedules. While recent global research highlights modular construction as a solution that enhances productivity, its adoption in Brazil remains low, hindered by cultural barriers, a lack of structured management frameworks, and a scarcity of empirical studies in the national literature. This study is justified by investigating the management of the modular construction adoption process within a new entrant in the real estate development sector, identifying implementation barriers and opportunities. An action research approach was adopted, focusing on four business units: precast concrete, hydraulic and electrical modules, bathroom pods, and building construction, where three of these business units integrate. This paper focuses specifically on the initial results of the bathroom pods unit, collecting data through participant observation, document analysis, and interviews, aiming to bridge the empirical gap regarding modular construction adoption.

Keywords: Modular Construction. Construction Management. Action Research. Off-site Construction. Modular Housing.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8997

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil apresenta-se como um grande impulsionador da economia. Em termos mundiais, o PIB da construção equivale a 13% [1], e no Brasil 4,5% do PIB [2], mas o setor, não é referência em qualidade, eficiência, produtividade, custo e prazo de seus produtos comparando com outros setores industrializados, impactando negativamente a imagem do setor, gerando incerteza que afastam potenciais investidores. No Brasil, a construção civil baseia-se em uma estrutura reticulada de concreto armado (pilares, vigas e lajes) com as vedações externas e internas em blocos cerâmicos ou concreto [3][4], predominando atividades similares ao artesanato, com baixa produção e alto desperdício. Essas falhas passam ao leigo a imagem de serem consideradas uma condição inerente ao setor [5]. Tais evidências configuram um problema sistêmico: falhas de gestão comprometem a qualidade e o desempenho das entregas, enquanto a insegurança dos investidores dificulta o enfrentamento do déficit habitacional — estimado em uma média de 5,8 milhões de unidades entre 2016 e 2024[6][7].

Nas últimas duas décadas, a produtividade da construção cresceu globalmente abaixo da média industrial. Considera-se ainda a complexidade e singularidade dos empreendimentos, condição em que a construção *offsite,* consistindo na fabricação e pré-montagem de módulos em ambiente industrial controlado, seguidas de transporte e instalação, desponta para impulsionar a modernização do setor [8], mostrando-se uma estratégia promissora para elevar eficiência, fluxo e qualidade, com redução de prazos, desperdícios, impactos socioambientais e controle de qualidade [9][10][11][12][13][14][15].

As principais barreiras ao avanço da construção modular são acerca da eficiência na entrega, alto custo inicial, exigência de disruptura no processo de projeto, complexidade da cadeia de suprimentos e a percepção social [16][17]. No Brasil, sua adoção enfrenta desafios, pela resistência à inovação intrínseca do setor. Pesquisas apontaram como vantagens: redução de prazo, aumento da qualidade, redução de impactos ambientais e melhora na gestão do canteiro. Como barreiras, ausência de conhecimento dos profissionais (projetos e produção), cadeia de suprimentos restrita e maiores prazos de planejamento [18][19].

Além da eficiência produtiva, a construção *offsite,* que consiste na fabricação e pré-montagem de módulos em ambiente industrial controlado, seguidas de transporte e instalação, desponta para impulsionar a modernização do setor, carece de diretrizes claras para sua implementação em construtoras e incorporadoras. Ainda que pesquisadores já tenham proposto uma estrutura para classificar estratégias de modularização conforme os objetivos do investimento [30], bem como um método para a introdução de sistemas construtivos inovadores em empresas construtoras [20], faltam ferramentas sistêmicas que norteiem a efetiva tomada de decisão sobre os métodos mais adequados para adoção da construção modular [21][22].

Em relação aos processos de gestão nas empresas para adoção de sistemas modulares, constata-se a necessidade de superar as abordagens tradicionais em prol de modelos integrados de gestão, considerando convergência entre o controle de custos e a entrega de valor mostra-se indispensável para mitigar a complexidade setorial e superar barreiras de percepção de mercado. Esse avanço requer uma articulação robusta entre especialidades técnicas e comerciais, fundamentada em arranjos colaborativos de entrega de projetos. Essa reconfiguração metodológica e relacional redesenha os fluxos organizacionais, impactando diretamente a coordenação e o alinhamento estratégico da cadeia de suprimentos.

Sob essa perspectiva, a otimização dos fluxos de compras exige a reestruturação do modelo de negócios corporativo. Essa transformação pode ocorrer por meio da integração horizontal, caracterizada pela expansão de mercado via aquisição de empresas correlatas, ou, em contrapartida, pela integração vertical, estratégia na qual a organização assume o controle de múltiplos elos do ciclo construtivo — desde a fabricação de insumos até o projeto e a gestão de instalações —, visando mitigar custos operacionais e maximizar a eficiência [23]. Embora estudos contemporâneos apontem que o êxito setorial decorra da combinação sinérgica de ambas as abordagens, dada a relevância das interações intra e interorganizacionais [24] [25], nota-se que a indústria da construção civil tende a priorizar o modelo vertical. Essa preferência justifica-se pelo fato de que o cerne da verticalização em empresas orientadas a projetos consiste em internalizar e mitigar riscos por meio do controle direto sobre os elos produtivos mais críticos [26].

A partir dessas premissas e considerando as lacunas identificadas na literatura — especificamente no que tange ao potencial de absorção de sistemas construtivos *off-site* por empresas construtoras —, evidencia-se a necessidade de compreender a dinâmica prática dessa transição e os limites dessa verticalização. Diante desse cenário teórico e operacional, desdobra-se a seguinte questão de pesquisa: Como se desenvolve o processo de implantação da construção modular em empresas dedicadas à execução de edificações residenciais com finalidade habitacional?

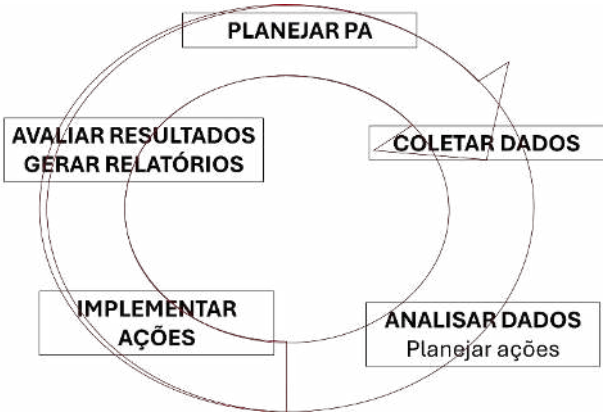
MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa científica pode ser definida como um processo formal, lógico e organizado que busca responder a questões relacionadas ao estudo de um fenômeno por meio de métodos científicos. [27]. Assim, necessário trilhar percurso que inicia na identificação de um problema até a apresentação de resultados confiáveis [28]. Todo processo de pesquisa é respaldado pelo conhecimento acessível, bem como pela aplicação criteriosa de métodos, técnicas e procedimentos científicos reconhecidos pela comunidade acadêmica [29].

Na área de gestão de operações, a busca de conhecimento está voltada a resolver problemas organizacionais [30], buscando integrar contextos teóricos e práticos em organizações, sendo comum a abordagem metodológica da pesquisa basear-se na pesquisa-ação (PA) [31].

A PA é descrita como um método de pesquisa caracterizada por uma participação coletiva e ativa do pesquisador, pois este se envolve não somente no estudo da organização, mas na busca de soluções para os problemas levantados, tendo atuação como agente de transformação [32][33]. Assim, a PA depende de uma estreita relação entre o pesquisador e colaboradores da empresa participante, tais como diretores, gerentes, líderes e demais membros [34]. Na Figura 1 apresentam-se as etapas do ciclo básico da PA.

Figura 1: Método PA – Ciclo básico

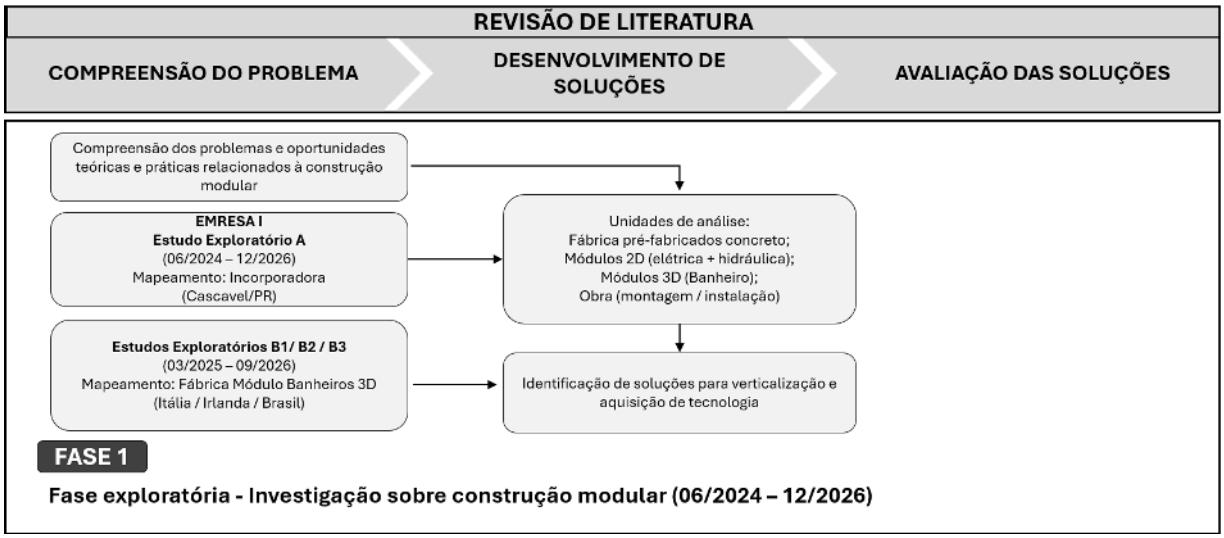


Fonte: o autor, adaptado de [35]

DELINEAMENTO DA PESQUISA

A Figura 2 apresenta o um recorte do delineamento completo da pesquisa, dividida em três estágios (compreensão do problema, desenvolvimento de soluções e avaliação das soluções, e no foco deste artigo, a primeira fase, exploratória que se inicia com o Estudo Exploratório A (Jun/2024). Trata-se da Empresa I, uma empresa nacional, incorporadora e construtora, iniciando suas atividades empresariais no setor de incorporação, focada em construção modular, onde por necessidade intrínseca ao negócio, gerou o estudo exploratório B (05/2025), envolvendo as empresas II, III e IV, buscando adquirir tecnologia para verticalização da produção de módulos 3D de banheiros na Itália, Irlanda e Brasil sobre o qual discorreremos nesse artigo (Figura 2).

Figura 2: Delineamento da pesquisa. Em destaque em borda vermelha, objeto de estudo para artigo.



Fonte: o autor, adaptado de [28][36][37][38].

No Quadro 1, apresentam-se as empresas participantes da pesquisa detalhando perfil da companhia, porte, características e sistema construtivo predominante. Importante citar que as empresas II, III e IV são especializadas na construção modular de banheiro pronto (BP).

Quadro 1: Empresas participantes dos Estudos Exploratórios

Empresa	Estudo Exploratório	Perfil Companhia	Porte	Principais Características	Sistema Construtivo
I	A	Incorporadora Construtora Indústria de pré-fabricados de concreto	Médio recém criada	-Brasileira -Empreendedorismo -Primeiro empreendimento imobiliário	-Industrializado, modular 2D -Modular 3D (em desenvolvimento)
II	B	Fabricante de módulos 3D	Grande	Multinacional Italiana, filiais em Portugal, EUA, Austrália, Cingapura e Tailândia	Módulo 3D em concreto ou light steel frame
III			Pequeno	Brasileira, atuante Região Sul	Módulos em light steel frame
IV			Pequeno	Brasileira, atuante Região Metropolitana de SP	Módulos em concreto leve e light steel frame

Fonte: o autor.

CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO MODULAR

A indústria da construção civil concebe produtos complexos e com baixa repetitividade, envolvendo múltiplas partes interessadas e processos intrincados, surgindo a modularização como uma alternativa para aprimorar a eficiência, o fluxo de trabalho e a qualidade do setor. Com essa estratégia reduz-se a complexidade construtiva ao fragmentar os sistemas em subsistemas menores (módulos) que, embora projetados de forma independente, funcionam perfeitamente de maneira integrada [9]. Diversos autores categorizaram os sistemas de produção modulares. No Quadro 2 apresenta-se um compilado com quatro categorias ligadas ao grau de padronização.

Como citado, a Empresa I (Estudo Exploratório A) já opera uma fábrica de pré-fabricados de concreto, cujo sistema construtivo é categorizado como uma pré-montagem não volumétrica (paredes maciças ou duplas, vigas, patamares e escadas), pretendendo incorporar à linha de fabricação, módulos de BP, categorizados como pré-montagem volumétrica.

A comparação entre BP e os banheiros construídos tradicionalmente in loco é um dos temas centrais nas discussões sobre a industrialização da construção civil, pois enquanto o método tradicional exige a coordenação sequencial de múltiplos profissionais - sobreposição de instalações hidráulicas, elétricas, impermeabilização, testes de estanqueidade, revestimento cerâmico e montagem de louças - em um espaço reduzido com dezenas de itens que devem ser adquiridos, instalados e verificados por diversos profissionais, fator que leva a desperdícios, atrasos e possivelmente, manutenções pós-obra, os módulos prontos transferem essa complexidade para uma linha de produção controlada [39] [40] [41] [42]. Sintetizando as diversas pesquisas, elaborou-se no Quadro 3, uma análise comparativa entre os

métodos de produção de BP e Banheiro construído “in loco” cruzando critérios operacionais, financeiros e operacionais.

Quadro 2: Categorias de construção *offsite*

CATEGORIAS CONSTRUÇÃO *OFFSITE*	DETALHAMENTO
Edifícios modulares	Unidades volumétricas pré-montadas, com acabamento interno completo de fábrica, individualmente ou quando conectadas entre si, formam o edifício propriamente dito (exemplos: casas, blocos prisionais, motéis), representando o mais alto grau de produção fora do local e padronização.
Pré-montagem volumétrica	Volumes de partes específicas, com acabamento interno completo,, que delimitam espaço útil, do edifício são produzidos fora do local e montados no local dentro de uma estrutura independente (exemplos: sistemas sanitários, módulos de banheiros, chuveiros).
Pré-montagem não volumétrica	Unidades pré-montadas não criam espaço útil (exemplos: , geradores de calor, estruturas de suporte, painéis de parede, módulos de serviços acima do teto, kits elétricos, kit hidráulicos).
Fabricação de componentes e submontagem	Matérias-primas e componentes que são utilizados na construção no local, o que indica um alto grau de personalização e o menor grau de produção fora do canteiro de obras (exemplos: tijolos, blocos, argamassas, luminárias, portas, janelas e ferragens para portas).

Fonte: o autor, adaptado de [9][43].

Quadro 3: Comparativo entre BP e Banheiro moldado in loco

Critério de Análise	Banheiro Pronto (3D)	Banheiro Construído In Loco	Autores
Ambiente de Produção	**Fábrica** (ambiente industrial e controlado)	**Canteiro de obras** (sujeito a intempéries e variações)	[39]; [40]; [43]
Gestão de Mão de Obra	Centralizada (estações de trabalho fixas)	Múltiplas frentes sequenciais (pedreiro, encanador, eletricista, azulejista, gesseiro, pintor em rodízio)	[39]; [40]; [43]
Controle de Qualidade	**Alto** (testes de estanqueidade, hidráulica e elétrica prévios)	**Variável** (alta dependência da qualificação e fiscalização direta contínua)	[39]; [43]
Geração de Resíduos	**Mínima** (otimização de matéria-prima padronizada na fábrica)	**Moderada a alta** (desperdício por quebras de blocos, tubos e revestimento)	[39]; [43]
Impacto no Cronograma	**Reduzido** (produção em paralelo à execução da estrutura do edifício)	**Linear** (depende da conclusão prévia da estrutura e alvenarias)	[39]; [40]; [41]; [42]
Custo Direto Inicial	**Maior** (mais elevado no custo nominal comparativo isolado do componente)	**Menor** (custo nominal inicial, mas sujeito a aditivos por retrabalho)	[39]; [41]; [42]

Fonte: o autor

ESTUDOS EXPLORATÓRIOS FASE 1

ESTUDO EXPLORATÓRIO A

A Empresa I realiza um empreendimento, localizado em Cascavel/PR que consiste na construção de um bairro integrado composto por 11 condomínios perfazendo 4.800

unidades residenciais, áreas comerciais, de lazer, religiosas e infraestrutura pública (escolas, creches, posto de saúde e policial), utilizando sistema construtivo com tecnologia pré-fabricada de matriz europeia produzido em fábrica própria, tendo os prédios 15 a 20 pavimentos.

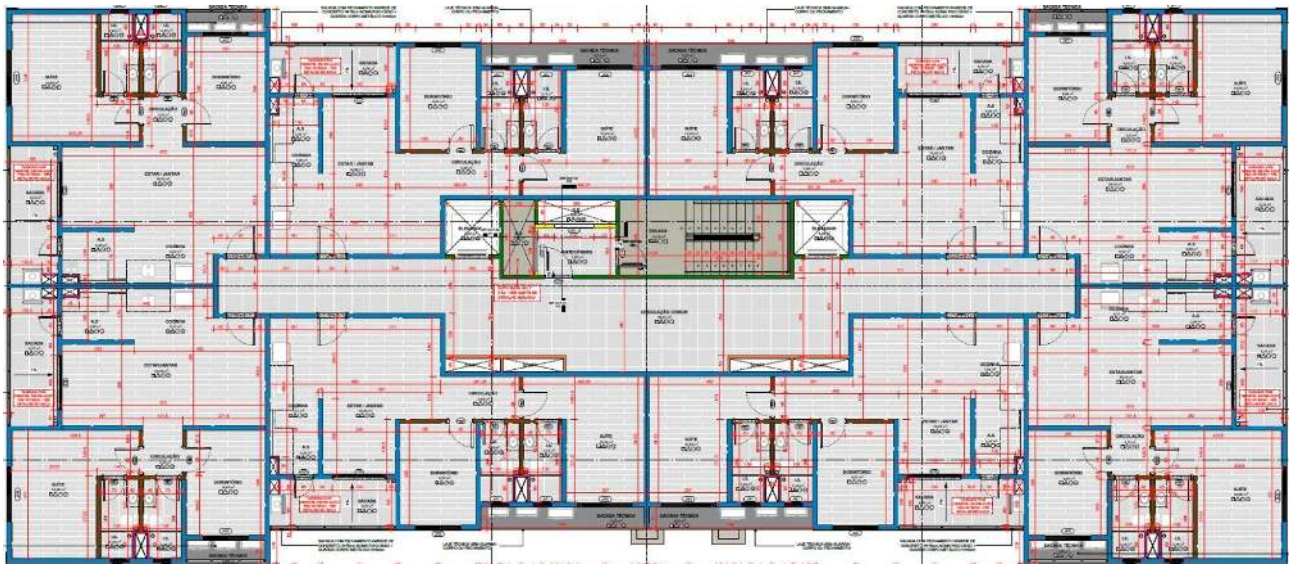
Conforme estratégia de governança, a Empresa A opera, desde sua fundação, sob um modelo de negócios essencialmente verticalizado. A busca pelo controle direto de sua cadeia de suprimentos culminou, inicialmente, na implantação de uma fábrica própria de componentes pré-fabricados de concreto. Em continuidade a essa diretriz de expansão interna, a organização iniciou, em março de 2025, a prospecção para a incorporação de uma nova linha de produção: a de módulos volumétricos tridimensionais (3D), especificamente focada em BP. Essa nova unidade industrial foi estrategicamente alocada em um espaço físico preexistente e já planejado dentro da própria planta de pré-fabricados, otimizando a infraestrutura e os ativos logísticos da organização.

A Figura 3 apresenta a planta baixa arquitetônica do empreendimento, e na Figura 4 apresenta-se detalhe do banheiro do apartamento (projetos de arquitetura e estrutural). A configuração arquitetônica prevê um bloco único de dois banheiros conjugados por apartamento. Esse é o produto a ser industrializado em módulo 3D.

ESTUDO EXPLORATÓRIO B

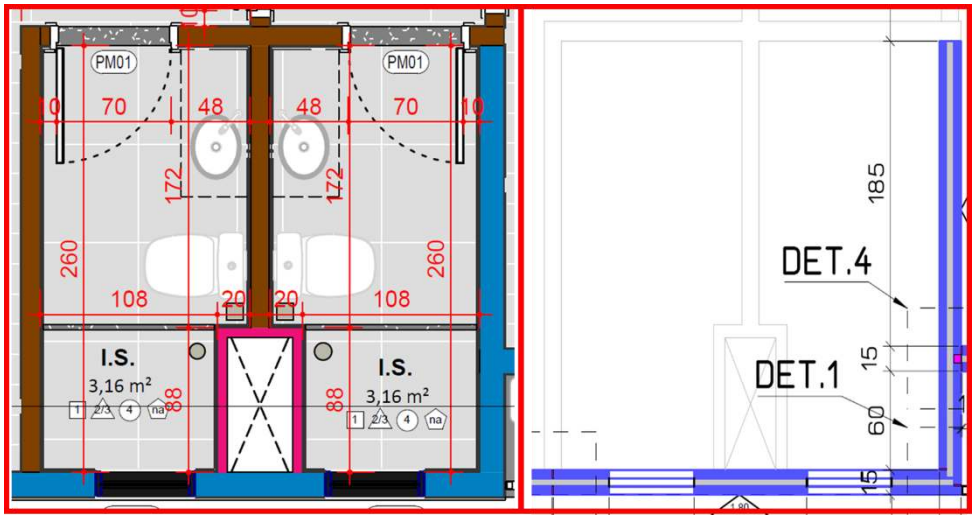
Como desdobramento operacional direto do Estudo Exploratório A, este trabalho foca na verticalização fabril por meio da introdução dos módulos de BP com participação das Empresas II, III e IV. Para viabilizar a escala do empreendimento e a velocidade exigida pelas torres de 15 a 20 pavimentos, os projetos arquitetônicos e complementares foram concebidos desde a partida sob as diretrizes da coordenação modular. A fase inicial deste estudo concentrou-se na curva de aprendizado do produto, compreendendo tanto as especificidades do processo fabril tridimensional (3D) quanto os impactos de sua integração prática no canteiro de obras. Essa imersão técnica e logística fundamentou a estruturação e o setup da nova linha de produção dentro da planta de pré-fabricados de concreto preexistente.

Figura 3: Planta baixa do edifício de 15 pavimentos



Fonte: o autor, reprodução de projeto da Empresa A

Figura 4: Detalhe banheiro duplo (à esquerda, arquitetura; à direita, estrutural)



Fonte: o autor, reprodução de projeto da Empresa A

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No âmbito do planejamento desta pesquisa-ação, a fim de estruturar a viabilidade produtiva de BP, o pesquisador realizou uma imersão técnica em maio de 2025 na Empresa II, empresa multinacional italiana (Quadro 1). O levantamento de dados e a coleta de evidências em campo compreenderam o registro fotográfico nas instalações fabris na Itália apresenta-se na Figura 5. Já o acompanhamento do fluxo operacional de instalação de BP deu-se em dois canteiros de obras em Dublin, Irlanda cujos registros fotográficos encontram-se representados na Figura 6. Nestas duas obras os BP's foram fabricados na Itália e transportados aos canteiros utilizando-se dos modais ferroviário, marítimo e rodoviário, sem apresentação de patologias visíveis.

Em entrevista não estruturada com os gerentes de produção dos dois canteiros de obras irlandeses, ambos relataram utilizar BP's há mais de 20 anos, citando como principais vantagens: qualidade do produto final, redução da logística de materiais e mão de obra no canteiro de obras, bem como velocidade de instalação e conexão dos módulos (até 2 horas por módulos).

Figura 5: Fotomontagem de imagens de BP no showroom da fábrica



Fonte: o autor.

Figura 6: Fotomontagem, carga de BP (à esquerda acima), içamento ao pavimento (à esquerda abaixo), módulo instalado no pavimento (à direita acima e à direita abaixo)



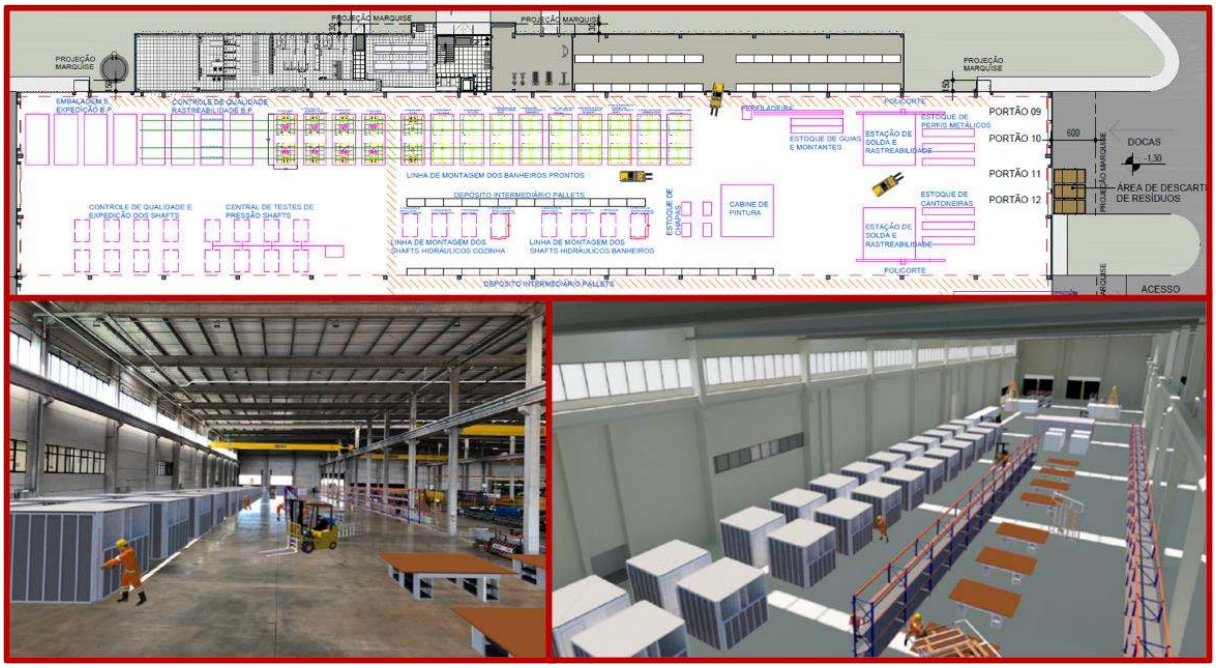
Fonte: o autor.

Em continuidade às etapas de prospecção, iniciaram-se negociações estratégicas com as empresas nacionais III e IV, selecionadas por sua experiência consolidada no mercado brasileiro de BP. De forma a garantir a aderência às diretrizes da Empresa I, manteve-se a premissa do modelo de negócio verticalizado característico da organização. Desta forma, o escopo de atuação dos potenciais parceiros (Empresas II, III ou IV) foi delimitado estritamente ao fornecimento de tecnologia construtiva e transferência de know-how, mantendo-se a produção e controle operacional centralizado.

Assim, foram projetados layout fabril e definidos equipamentos específicos / estações de trabalho, bem como desenvolvimento de subfornecedores dos sistemas que compõem o módulo, e com estes foi gerada estimativa de custo de instalação da unidade fabril de módulos para BP. Nas Figura 7 apresenta-se o estudo de layout da planta de módulos, e na Figura 8, desenvolvimento de projeto dos módulos em BIM por conta do setor de Projetos da Empresa I.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8997

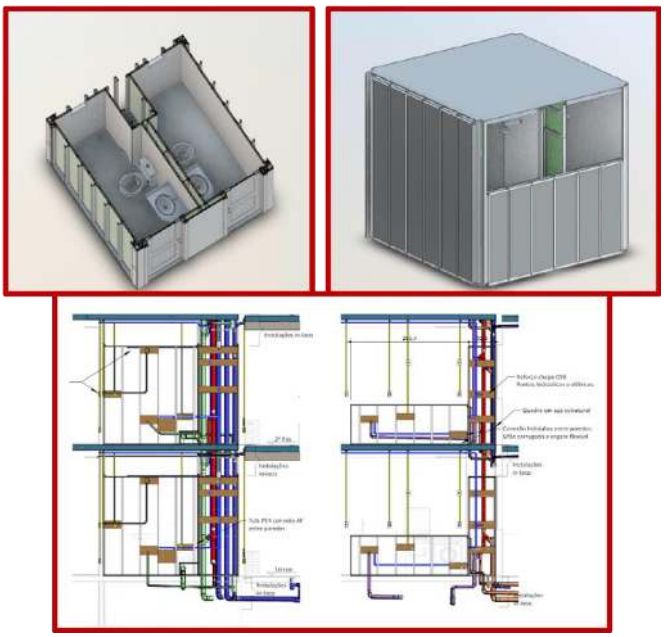
Figura 7: Layout da indústria em planta (imagem superior). Simulação das instalações fabris dentro da fábrica de pré-fabricados (à esquerda abaixo e à direita abaixo)



Fonte: o autor, reprodução de projeto das Empresas I e III

Na interação com os três fornecedores, estruturou-se um estudo comparativo focado no planejamento físico e sequenciamento da obra, contrapondo o método tradicional moldado in loco ao sistema de banheiros prontos (BP), apresentado no Quadro 4. Nesse cenário pode-se avaliar o impacto da transferência de escopo do canteiro para o ambiente fabril, analisando como a industrialização altera o cronograma e otimiza o caminho crítico do empreendimento.

Figura 8: Fotomontagem, 3D do módulo (à esquerda acima e à direita acima), isométricas das instalações (inferior)



Fonte: o autor, reprodução de projeto das Empresas I, III e IV.

O planejamento físico para a introdução dos BP's foi baseado na coleta de dados obtidos nos canteiros de obra de Dublin, bem como da experiência das empresas brasileiras. Já para o banheiro tradicional, foram destacados do planejamento do empreendimento os pacotes de trabalhos que envolvem as atividades diretamente relacionadas ao escopo executivo dos módulos de BP.

Quadro 4: Comparativo planejamento físico: BP x Banheiro moldado in loco

BANHEIRO MOLDADO "IN LOCO" - 16 UNIDADES POR PAVIMENTO	
Nome da Tarefa	**Duração (dias)/pavimento**
Instalação guias e montantes e plaqueamento 1ª face paredes	5
Instalação prumadas esgoto, pluvial, água fria, esgoto e dreno	5
Testes instalações hidráulicas	4
Compartimentação / grauteamento shafts	4
Assentamento cerâmica paredes	5
Execução forro gesso	5
Assentamento e rejunte porcelanato pisos e rodapé	5
Instalação soleiras e bit box	4
Instalação louças e bancadas	5
Instalação kit porta pronta	4
Instalação metais	3
Instalação acabamentos elétricos, luminárias	3
Box banheiro	4
Instalação marcenaria fixa	4
TOTAL (dias úteis)	60
TOTAL (semanas)	12,0

BANHEIRO PRONTO - 8 MÓDULOS POR PAVIMENTO	
Nome da Tarefa	**Duração (dias)/pavimento**
Içamento e posicionamento no pavime	1
Conexão elétrica	2
Conexão água fria	
Conexão esgoto e pluvial	
Conexão dreno	
Testes conexões	1
TOTAL (dias úteis)	4
TOTAL (semanas)	0,8

Fonte: o autor, adaptado do planejamento Empresa I

Assim, verificou-se que relativamente às atividades em canteiro de obras, os diversos pacotes de trabalho que compõem a construção do banheiro tem potencial de redução de 12 para 1 semana por pavimento. Em se considerando que o planejamento previsto pela Empresa I, para um condomínio de 2 torres, cada qual com 15 pavimentos é de 18 meses, há um potencial redução de prazo para 16 meses, ou 12% do prazo total. Acrescenta-se que dada as características do sistema construtivo e arquitetônico, faz-se necessário o refinamento logístico de instalação dos pré-fabricados de concreto que formam a estrutura da edificação. Por falta de espaço de movimentação do módulo do BP dentro do pavimento, será necessário que estes sejam instalados após a montagem dos painéis que forma as paredes, mas antes da instalação das pré-lajes. No Quadro 5 representa-se a alteração sequencial na execução da estrutura.

Quadro 5: Sequenciamento de instalação de pré-fabricados x módulos de BP

Quadro 5: Sequenciamento de instalação de pré-fabricados x módulos de BP

Execução Estrutura sem BP	Execução Estrutura com BP
Montagem painéis | 50% - A	Montagem painéis | 50% - A
Tratamento juntas externas | 50% - A	Tratamento juntas externas | 50% - A
Instalação EPS horizontal | 50% - A	Instalação EPS horizontal | 50% - A
Montagem patamares e escadas | 100%	Montagem patamares e escadas | 100%
Montagem lajes e vigas| 50% - A	**Instalação Módulo BP | 50% - A**
Grauteamento painéis | 50% - A	Montagem lajes e vigas| 50% - A
Armação | 50% - A	Grauteamento painéis | 50% - A
Instalações | 50% - A	Armação | 50% - A
Capeamento lajes | 50% - A	Instalações | 50% - A
Montagem painéis | 50% - B	Capeamento lajes | 50% - A
Tratamento juntas externas | 50% - B	Montagem painéis | 50% - B
Instalação EPS horizontal | 50% - B	Tratamento juntas externas | 50% - B
Montagem lajes e vigas| 50% - B	Instalação EPS horizontal | 50% - B
Grauteamento painéis | 50% - B	**Instalação Módulo BP | 50% - B**
Armação | 50% - B	Montagem lajes e vigas| 50% - B
Instalações | 50% - B	Grauteamento painéis | 50% - B
Capeamento lajes | 50% - B	Armação | 50% - B
	Instalações | 50% - B
	Capeamento lajes | 50% - B

Fonte: o autor

CONCLUSÃO[1]

O objetivo desta pesquisa foi investigar o como ocorre o processo de adoção e implantação da construção modular no contexto de uma empresa incorporadora entrante no setor de edificações habitacionais. Para tanto, utilizou-se a metodologia da Pesquisa-ação, viabilizando uma dinâmica colaborativa e intervencionista entre o pesquisador e a organização para o diagnóstico e o desenvolvimento de soluções integradas. O presente artigo detalhou um recorte correspondente aos resultados preliminares da Fase 1 desse delineamento, concentrando-se especificamente na unidade de análise "Módulo Banheiro Pronto", cujas atividades documentadas estenderam-se até maio de 2026.

Como principal diagnóstico desta etapa inicial, verificou-se que a manutenção da execução de banheiros moldados in loco atua como um severo gargalo de produtividade, principalmente para uma organização que já opera com um sistema modular 2D (edifícios pré-fabricados). O fluxo essencialmente artesanal dessa atividade tradicional confina múltiplos profissionais em uma área reduzida, quebrando o ritmo industrializado das demais unidades de negócio da empresa.

Os dados de produtividade inicialmente coletados em visitas e reuniões técnicas sinalizam que a introdução do Módulo BP projeta uma redução potencial de cerca de 12% no prazo de execução da obra. Esse resultado preliminar converge com a literatura seminal sobre o tema, a qual preconiza que a transferência de atividades críticas do canteiro para um ambiente fabril controlado otimiza significativamente os cronogramas. Adicionalmente, a estratégia de verticalização do modelo de negócio tem se configurado como um fator de êxito até o momento; ao buscar o controle

[1] Devido a limitação de palavras, não foi possível apresentar as evidências completas, mas as mesmas podem ser consultadas, conforme solicitação escrita e avaliação da solicitação pelo primeiro autor do artigo.

direto de sua cadeia de suprimentos por meio da aquisição de know-how e da internalização da fábrica de banheiros prontos, a organização assegurou a centralização e o rigor do controle operacional.
Ressalta-se, contudo, que por se tratar de uma pesquisa em andamento, os panoramas apresentados possuem caráter parcial e demandam validações futuras ao longo do período de pesquisa. Deve-se considerar também a especificidade do objeto de estudo: trata-se de um caso particular de uma empresa que já nasceu com um viés nativo de construção modular e busca expandir seu portfólio fabril. Consequentemente, embora as evidências empíricas ofereçam contribuições para a compreensão da gestão da inovação no setor, ainda não é oportuno derivar diretrizes totalmente generalizáveis para outras organizações da construção civil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento à pesquisa: O presente trabalho foi realizado com do CNPq Processo 421370/2023-8 e CNPq Processo: 314760/2023-7.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] BAMGBADE, J. A.; KAMARUDDEEN, A. M.; NAWI, M. N. M. Malaysian construction firms' social sustainability via organizational innovativeness and government support: The mediating role of market culture. **Journal of Cleaner Production**, v. 154, p. 114-124, 2017.

[2] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho da Construção Civil em 2025 e perspectivas para 2026. Brasília, DF**: CBIC, 2026.

[3] SPOHR, Valdi Henrique. **Análise comparativa: Sistemas estruturais convencionais e estruturas de lajes nervuradas**.

[4] VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes.; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares. **São Paulo: Unilins**, 2014.

[5] SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. 2008.

[6] FJP. **Déficit Habitacional No Brasil: 2016–2019**. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, Brasil, 2019.

[7] FJP. **Déficit habitacional e inadequação de moradias no Brasil.** Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, 2024.

[8] MCKINSEY. **The next normal in construction: how disruption is reshaping the world's largest ecosystem**. McKinsey and Company, 2020.

[9] 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.

[10] SHAHZAD, W.; MBACHU, J.; DOMINGO, N. Marginal Productivity Gained Through Prefabrication: Case Studies of Building Projects in Auckland. **Buildings**, v. 5, n. 1, p. 196–208, mar. 2015.

[11] STEINHARDT, D. et al. The structure of emergent prefabricated housing industries: a comparative case study of Australia and Sweden. **Construction Management and Economics**, v. 38, n. 6, p. 483–501, 2 jun. 2020.

[12] MBI. Modular Building Institute. **Permanent Modular Construction Report**. Charlottesville: Modular Building Institute, 2021.

[13] LOEBBECKE, Claudia; POWELL, Philip. Furthering distributed participative design. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 21, n. 1, p. 4, 2009.

[14] LOPEZ, Diana; FROESE, Thomas M. Analysis of costs and benefits of panelized and modular prefabricated homes. **Procedia engineering**, v. 145, p. 1291-1297, 2016.

[15] JANG, H.; AHN, Y.; ROH, S. Comparison of the Embodied Carbon Emissions and Direct Construction Costs for modular and Conventional Residential Buildings in South Korea. **Buildings**, v. 12, n. 1, p. 51, Jan. 2022.

[16] ALI, A. H. et al. Identifying and assessing modular construction implementation barriers in developing nations for sustainable building development. **Sustainable Development**, v. 31, n. 5, p. 3346-3364, 2023.

[17] BROADHEAD, J. P. et al. **Exploring Offsite Construction for the Construction Sector: A Literature Review**. Em: 31ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2023.

[18] DE ANDRADE HORTA, Bernardo. **Construção modular tridimensional: pré-fabricação, tecnologia, trabalho, obsolescência e arquitetura**. Dissertação de mestrado—Ouro Preto, Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto, 2020.

[19] SENGER, Eduardo Werneck. Percepções de construtores e incorporadores sobre industrialização na construção civil em Curitiba. **Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial** - ISSN - 1983-1838, v. 10, n. 1, p. 23–43, 22 dez. 2017.

[20] BARBOSA, Ivan. Carlos. Alves. **Método para implantação de novas tecnologias e de sistemas construtivos inovadores em empresas construtoras**. Campinas, 2023. 214 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2023.

[21] DAGET, Y. T.; ZHANG, H. Decision-making model for the evaluation of industrialized housing systems in Ethiopia. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 1, p. 296–320, 1 Jan. 2019.

[22] DAGET, Yidnekachew Tesmamma; ZHANG, Hong. **Application of Fuzzy Logic for Selection of Off-Site Construction Approach**. Em: 31ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC). 2023.

[23] HALL, Daniel M.; ALGIERS, Afroz; LEVITT, Raymond E., 2018. Identifying the role of supply chain integration practices in the adoption of systemic innovations. **Journal of management in engineering**, 34(6), p.04018030.

[24] SHRESTHA, Asheem., 2024. Business Models. **Construction Company Management** (pp. 103-122). Routledge.

[25] LIU, G. et al. Business model innovation and its drivers in the Chinese construction industry during the shift to modular prefabrication. **Journal of management in engineering**, v. 33, n. 3, p. 04016051, 2017.

[26] GUAN, Wei; REHME, Jakob. Vertical integration in supply chains: driving forces and consequences for a manufacturer's downstream integration. **Supply chain management: An international Journal**, v. 17, n. 2, p. 187-201, 2012.

[27] GOUGH, D.; THOMAS, J.; OLIVER, S. **An introduction to systematic reviews.** 2017. Sage Publications Ltd, London.

[28] DRESCH, A.; LACERDA, D.P.; ANTUNES JR, J. A. V. Design science research. In: Design science research: A method for science and technology advancement. **Springer International Publishing**, 2014. p. 67-102.

[29] MIGUEL, P. A. C. et al. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2010.

[30] COGHLAN, David; SHANI, AB Rami. Roles, politics, and ethics in action research design. **Systemic Practice and Action Research**, v. 18, n. 6, p. 533-546, 2005.

[31] COLE, R. et al. Being proactive: where action research meets design research**. ICIS 2005 proceedings**, p. 27, 2005.

[32] IIVARI, Juhani; VENABLE, John R. Action research and design science research-Seemingly similar but decisively dissimilar. **Action research**, v. 1, p. 1-2009.

[33] JÄRVINEN, Pertti. Action research is similar to design science. **Quality & quantity**, v. 41, n. 1, p. 37-54, 2007.

[34] GALLARDO, C.A.S., GRANJA, A.D., PICCHI, F.A., 2014. Productivity gains in a line flow precast concrete process after a basic stability effort. **Journal of Construction Engineering and Management**, 140(4), p.B4013004.

[35] MELLO, C. H. P. et al. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Production**, v. 22, p. 1-13, 2012.

[36] LACERDA, D. P.et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

[37] MANSON, Neal J. **Is operations research really research?** ORION, v. 22, n. 2, 1 Dez. 2006.

[38] PEFFERS, Ken et al. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

[39] SENGER, Eduardo Werneck; SANTOS, Adriana de Paula Lacerda. Banheiros pré-fabricados: seus benefícios e como criam valor para consumidores. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 573-589, 2020.

[40] SILVA, Everton Gabriel Medeiros da et al. Banheiro Modular como Inovação na Gestão de Projetos: estudo de caso em obra de hotel. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–12

[41] CASTELLI, Rafael Junqueira. **Análise comparativa entre sistemas modulares na construção de um empreendimento de uso misto, destinado ao segmento**

econômico. 2021. Monografia (MBA em Real Estate) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

[42] HONORATO, Tatiana Brandão. Elementos pré-fabricados e suas vantagens no cronograma físico-financeiro. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, e27811124650, 2022.

[43] VOKES, Clare et al. Technology and skills in the construction industry. **Evidence Report**, v. 74, 2013.