

## PAREDES PRÉ-FABRICADAS EM BLOCOS CERÂMICOS ESTRUTURAIS: UM ESTUDO DE PRODUTIVIDADE E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ALVES, JÚLIO CÉSAR KROTH<sup>1</sup>; BLANK, LETÍCIA MARLI<sup>2</sup>; SANTOS, MARCUS DANIEL FRIEDERICH DOS<sup>3</sup>.

### RESUMO

A construção civil enfrenta desafios históricos em termos de produtividade, desperdício de materiais e escassez de mão de obra. Em resposta a esses problemas, diversos sistemas construtivos e tecnologias foram desenvolvidas visando fortalecer o setor e mitigar o atraso tecnológico em relação às outras áreas da economia. Como resultado, o uso de sistemas pré-fabricados ganhou espaço por apresentar potencial para aumentar a industrialização, reduzir custos, tempo de construção e impacto ambiental, além de melhorar as condições de trabalho. Nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo estudar a forma de concepção e a viabilidade de execução de uma residência unifamiliar utilizando painéis pré-fabricados de blocos cerâmicos estruturais. Além disso, buscou-se acompanhar sua construção, identificando os desafios envolvidos, bem como verificar o potencial do sistema sob os aspectos de produtividade e sustentabilidade. A metodologia incluiu pesquisa bibliográfica sobre sistemas pré-fabricados em blocos cerâmicos, além da realização do estudo de caso, por meio do acompanhamento da implantação do primeiro protótipo do sistema. A execução do sistema foi realizada em duas etapas: fabricação dos painéis em ambiente industrial e montagem no canteiro de obras. A fabricação seguiu definições projetuais em ambiente controlado, enquanto a montagem incluiu transporte com guindaste e instalação dos painéis no canteiro de obras. Os resultados confirmaram o potencial do sistema para atender às demandas da construção civil, permitindo edificações de diferentes padrões e alturas, conciliando estética e desempenho, e contribuindo para a modernização do setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Industrialização. Pré-fabricação. Alvenaria estrutural.

## PREFABRICATED MASONRY WALL SYSTEM: A STUDY ON PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY IN CIVIL CONSTRUCTION

### ABSTRACT

The civil construction industry faces historical challenges in terms of productivity, material waste, and labor shortages. In response to these issues, various construction systems and technologies have been developed to strengthen the sector and mitigate technological lag compared to other economic areas. As a result, the use of prefabricated systems has gained traction due to their potential to increase industrialization, reduce costs, construction time, and environmental impact, while improving working conditions. In this context, the present research aims to study the design approach and feasibility of executing a single-family residence using prefabricated panels made of structural ceramic blocks. In addition, the study sought to monitor its construction, identifying the challenges involved and assessing the system's potential in terms of productivity and sustainability. The methodology included a literature review on prefabricated systems using ceramic blocks, as well as a case study through the monitoring of the implementation of the system's first prototype. The system execution was conducted in two stages: panel manufacturing in an industrial environment and assembly at the construction site. Manufacturing adhered to project definitions in a controlled environment, while assembly involved crane transport and panel installation on-site. The results confirmed the system's potential to meet the demands of civil construction, enabling buildings of different standards and heights, balancing aesthetics and performance, and contributing to the sector's modernization.

**KEYWORDS:** Industrialization. Prefabrication. Structural masonry.

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Civil na Universidade de Santa Cruz do Sul.

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo na Universidade de Santa Cruz do Sul.

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Civil, e docente do Departamento de Engenharias, Arquitetura e Computação, Universidade de Santa Cruz do Sul <marcusds@unisc.br>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil exerce um papel vital no desenvolvimento de uma nação, sendo responsável tanto pela criação da infraestrutura que sustenta os diferentes setores econômicos quanto pela oferta de habitação à população. Contudo, apesar da relevância indiscutível, no Brasil, o setor possui desafios significativos para atender plenamente sua demanda construtiva, enfrentando obstáculos em termos de custo e produção. Quanto a isso, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2024), alguns dos maiores problemas do setor estão relacionados ao alto custo dos materiais, planejamento insuficiente, escassez e baixa qualificação da mão de obra, altos índices de desperdício, qualidade inferior, frequente ocorrência de problemas estruturais e desempenho ambiental deficiente.

Nesse cenário, historicamente o país busca diferentes maneiras de otimizar as rotinas construtivas, principalmente as que são realizadas em grande escala, intensificando esforços na busca e na implantação de estratégias de modernização da construção. Sobre esse viés, a industrialização e a racionalização dos processos construtivos exercem um papel fundamental, as tendências mais notáveis relacionam-se ao emprego de sistemas, parcialmente ou totalmente pré-fabricados, capazes de majorar o potencial dos processos de execução, alcançando melhores níveis de desempenho, de produção e de custos (ABDI, 2024).

Entre as possíveis opções, o uso de sistemas pré-fabricados em concreto é frequentemente considerado uma alternativa promissora para mitigar os problemas existentes na construção, sendo amplamente explorado em estudos e aplicações. Nessa perspectiva, a industrialização em sistemas construtivos tem se restringido majoritariamente ao uso desses sistemas, representando mais de 70% das construções industrializadas do país (FGV IBRE, 2024). Como consequência, o uso de sistemas construtivos alternativos, como os de alvenaria pré-fabricada, ainda não foram amplamente explorados. Esses métodos, porém, podem representar uma alternativa viável para aprimorar o sistema de alvenaria estrutural tradicional, sem comprometer as características de desempenho que o tornaram amplamente utilizado ao longo dos anos, além de combater diretamente problemas como baixa produtividade, dependência e escassez de mão de obra qualificada e alto custo relacionado ao desperdício de materiais (THAMBOO *et al.*, 2021).

Diante do panorama de entraves nos métodos construtivos convencionais, este estudo propõe analisar a adoção de um sistema de paredes pré-fabricadas em alvenaria, avaliando seu potencial nos aspectos de produtividade e sustentabilidade na construção civil. A partir de um estudo de caso, são examinados os resultados das principais etapas de execução de uma unidade habitacional nesse sistema, considerando indicadores de viabilidade técnica, produtiva, econômica e ambiental. Com base nesses dados, discutem-se as vantagens, os desafios, as oportunidades de melhoria e as possíveis limitações, oferecendo uma visão mais abrangente sobre sua aplicabilidade no setor da construção civil.

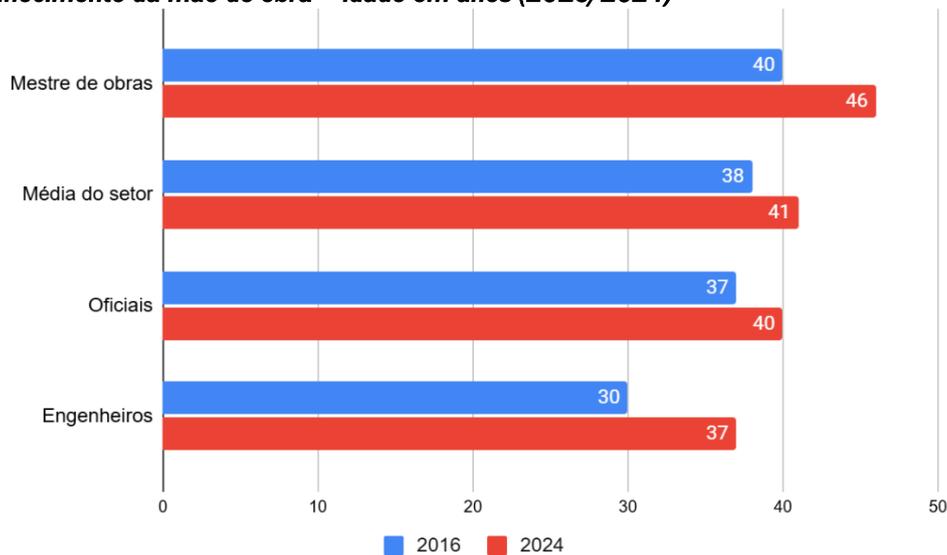
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, o processo de industrialização da construção tem avançado, embora ainda esteja atrás de países desenvolvidos. Esse progresso tornou-se mais evidente a partir de 2009, quando o Governo Federal intensificou seus esforços para combater o déficit habitacional por meio do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV). De

acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016), esse movimento reflete o aumento na produção do setor, que contrastou com a escassez de insumos e mão de obra. Nesse cenário, a industrialização foi incorporada ao mercado através da implementação de tecnologias que possibilitaram avanços, seja pela adoção de novas ferramentas ou pela introdução de sistemas construtivos pré-moldados e pré-fabricados.

No entanto, apesar da incorporação de algumas tecnologias, a alta demanda por mão de obra continua a crescer, enquanto estudos apontam para o envelhecimento e a escassez de trabalhadores no setor. A esse respeito, a CBIC (2022) destaca que a contratação de mão de obra é um desafio que afeta 90% das pequenas empresas da indústria da construção civil brasileira. Além disso, dados apresentados pela SINDUSCON (2024) mostram que o envelhecimento da força de trabalho no setor cresceu entre janeiro de 2016 e abril de 2024, revelando que a idade média dos colaboradores aumentou de 38 para 41 anos durante esse período, conforme ilustrado na Figura 1.

**Figura 1 - Envelhecimento da mão de obra – idade em anos (2016/2024)**



Fonte: adaptado de SINDUSCON, 2024

Neste contexto, a implementação de tecnologias que favoreçam a industrialização no setor se apresenta como uma solução eficaz para agilizar o processo de construção, diminuir os custos na produção de novas habitações e reduzir o desperdício de materiais, enquanto se maximiza a eficiência da mão de obra e se melhora o controle de qualidade. Souza (1999) observa que alguns subsetores da construção têm alcançado progressos notáveis em termos de produtividade e diminuição de desperdícios. Um exemplo disso são atividades como a instalação de elevadores e sistemas de climatização, que frequentemente geram desperdício quase inexistente. Isso se deve ao uso de componentes fabricados por indústrias especializadas, os quais oferecem melhores condições de trabalho e possibilitam a integração do produto à edificação, sem a necessidade de fabricação *in loco*.

Esse cenário também é corroborado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), que no Feicon 2024, destacou que a construção industrializada consiste em componentes produzidos em fábrica e montados em obra, resultando em maior qualidade, redução de custos, agilidade e segurança, benefícios diretamente associados à racionalização da instalação, como apontado nos casos citados por Souza.

A industrialização da construção, seja por meio de estruturas pré-fabricadas ou de outros componentes, já é uma realidade em diversos países e se apresenta como uma solução eficaz para superar as limitações do mercado nacional (ABDI, 2024). No entanto, transformar o setor exige mais do que investimentos financeiros; é necessário um novo paradigma entre todos os envolvidos. A evolução do cenário atual depende do desenvolvimento e da adoção de conceitos como pré-fabricação, modulação e padronização, que são fundamentais para promover melhorias significativas na construção civil.

No Brasil, grande parte dos sistemas inovadores de construção não possuem um respaldo normativo específico redigido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo utilizado, em alguns casos, o Documento de Avaliação Técnica (DATec), emitido no âmbito do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores (SINAT), instituído pela Portaria nº 399/2006 do Ministério das Cidades. Nesse sentido, os procedimentos presentes nos DATec são de grande validade referencial, pois fornecem parâmetros técnicos e critérios de desempenho para o uso de tecnologias não tradicionais na construção civil, como o sistema de paredes pré-fabricadas em alvenaria estrutural.

Posto isso, a DATec Nº 021-D (SINAT, 2023), proposta pela organização Olé Casas Construções e Incorporações LTDA., descreve o sistema inovador “Casas Olé”. Neste sistema, paredes com função estrutural compostas por blocos cerâmicos e concreto armado são içadas e ligadas entre si para a composição de habitações térreas. Após a realização de ensaios técnicos conforme a ABNT NBR 15575-4: 2021 — que trata dos requisitos de desempenho para sistemas de vedações verticais — foi atestada sua conformidade quanto aos critérios de isolamento térmico, acústico, estanqueidade e durabilidade, além de sua eficiência construtiva. Dessa forma, a pré-fabricação e o içamento de painéis descrito no documento são exemplos de fundamentação para as principais técnicas empregadas na execução do sistema analisado neste estudo, apesar das variações nos materiais e no método de produção das paredes.

Por fim, o ônus relacionado aos sistemas pré-fabricados em concreto está relacionado ao aumento no consumo de materiais. Quanto a isso, Marques *et al.* (2022) demonstram que sistemas construtivos em painéis pré-fabricados em concreto armado podem consumir cerca de 30% a mais em insumos, quando comparados ao sistema de alvenaria estrutural convencional, tornando necessário que a produtividade do método industrializado seja tão eficiente ao ponto de superar o aumento em gastos com material. Por outro lado, a alvenaria estrutural possibilita uma significativa racionalização do processo construtivo, especialmente quando comparada aos métodos tradicionais de construção (TAUIL *et al.*, 2010). Essa abordagem não só melhora a eficiência e reduz os custos, mas também promove uma maior sustentabilidade, possibilitando que sistemas construtivos industrializados em alvenaria estrutural ganhem relevância.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza qualitativa, com abordagem analítica visual, não tendo como objetivo resultados quantitativos. Foi desenvolvida a partir do acompanhamento das etapas de projeto e execução de uma unidade habitacional no sistema construtivo de paredes pré-fabricadas em alvenaria estrutural, localizada em um loteamento habitacional de interesse social no município de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul – BR. Os resultados foram obtidos por meio de observações diretas, participação na etapa de

realização do projeto e de visitas técnicas às instalações da fábrica e ao canteiro de obras, durante a produção dos painéis e montagem do primeiro protótipo. Foram realizados registros fotográficos e descritivos para embasar as análises e conclusões de cada etapa do protótipo, a fim de verificar a forma e a viabilidade de construção.

O procedimento de projeto partiu, primeiramente, da pesquisa bibliográfica dos sistemas pré-fabricados em blocos cerâmicos existentes, objetivando identificar o funcionamento da produção, do manuseio e da execução de edificações. Posteriormente, iniciou-se o processo de adaptação de um projeto arquitetônico existente selecionado para prototipação, sendo um modelo habitacional de interesse social disponibilizado pela MMC Projetos e Consultoria, uma das empresas relacionadas ao estudo. Apesar da arquitetura idêntica a outras unidades construídas pela empresa no sistema de alvenaria estrutural convencional, o projeto realizado necessitou alterações na paginação dos blocos cerâmicos que compõem sua estrutura, possibilitando que a habitação fosse constituída por painéis individuais. Além disso, alterações nas instalações elétricas e hidrossanitárias, assim como na amarração das paredes foram propostas para o êxito do sistema.

A etapa de execução do sistema foi dividida em dois principais momentos: fabricação dos painéis em ambiente industrial e montagem da habitação no canteiro de obras. Dessa forma, o primeiro se deu a partir das definições propostas pelo projeto de paginação, sendo realizada por profissionais em ambiente controlado. Já o segundo, ocorreu inicialmente com o transporte dos componentes em um caminhão com guindaste hidráulico próprio para o içamento e transporte de cargas, finalizando com a instalação dos painéis em obra com o auxílio do mesmo veículo. Para fins deste estudo, as atividades foram acompanhadas presencialmente com ênfase no registro e na verificação da eficiência construtiva do método comparada ao sistema de alvenaria estrutural convencional e outros sistemas pré-fabricados, evidenciando as características visuais promissoras em termos de produção e sustentabilidade. Após registrados, os materiais foram expostos e discutidos, alcançando os objetivos propostos e conclusões.

**Figura 2 – Procedimento metodológico**



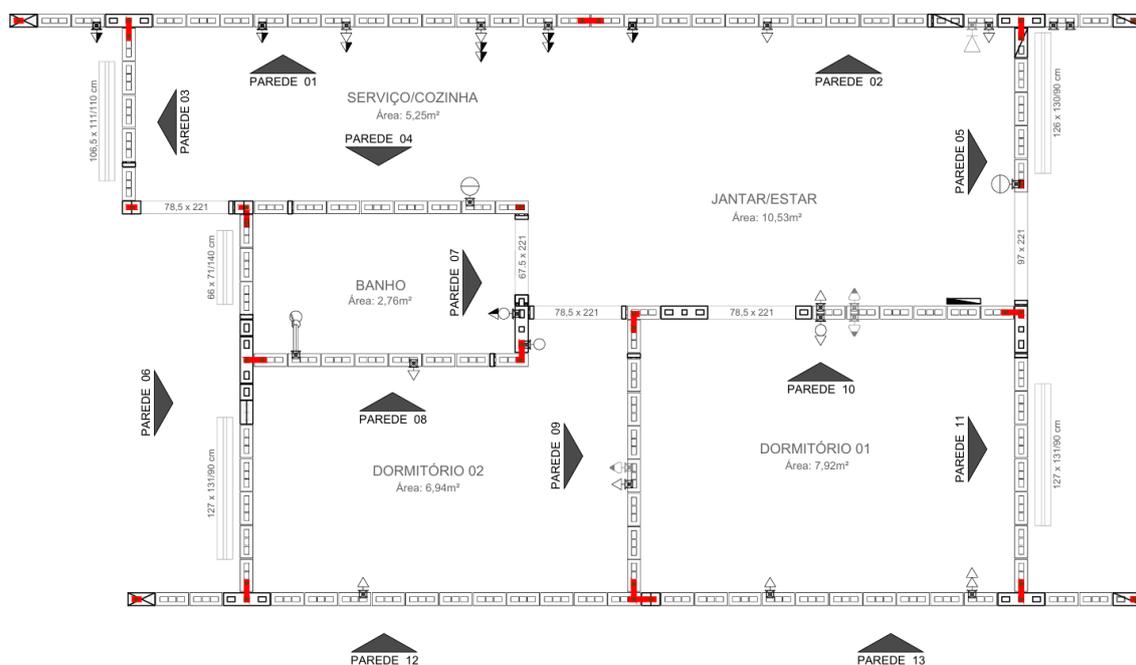
Fonte: autores, 2024.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, as pesquisas bibliográficas deram embasamento para alterações relevantes em termos de adaptação do projeto estrutural do protótipo proposto. Realizou-se uma busca por sistemas construtivos semelhantes, existentes e com Documento de Avaliação Técnica (DATec), emitido pelo Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (SINAT). Experiências no Brasil, como as dos sistemas CASAS OLÉ (2023) e CASA EXPRESS (2012), exemplificam o uso de painéis pré-fabricados em projetos habitacionais, com a combinação de concreto armado e blocos cerâmicos.

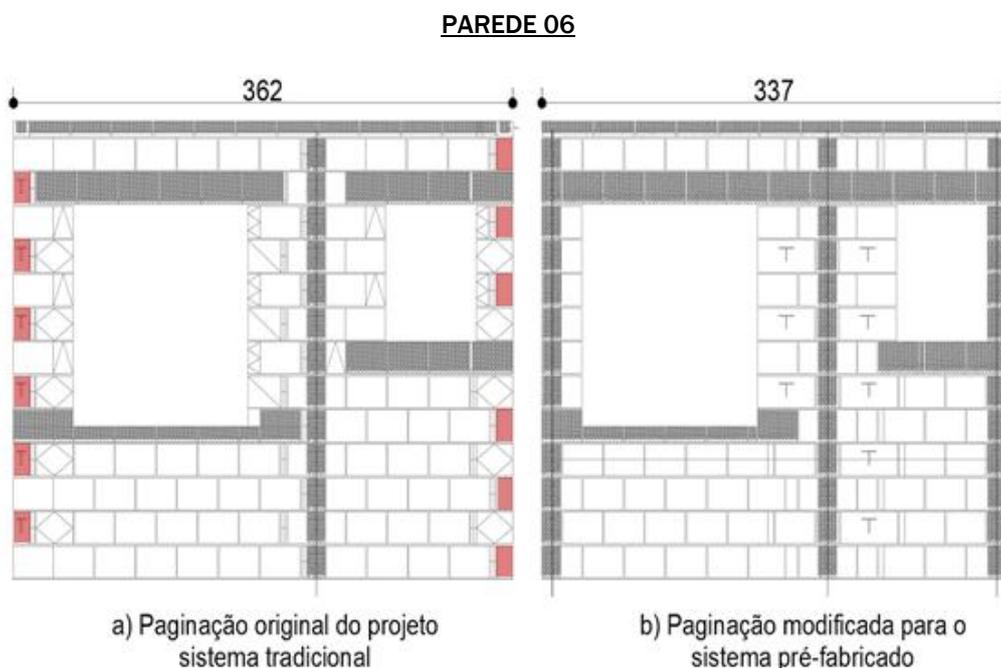
Considerando que a proposta do projeto arquitetônico da habitação para prototipação foi originalmente concebida para o sistema de alvenaria estrutural convencional, foram realizadas alterações na paginação da alvenaria e na amarração estrutural, possibilitando que a habitação fosse construída a partir de painéis independentes, diferente das tradicionais fiadas do sistema convencional de alvenaria estrutural (Figuras 3 e 4).

**Figura 3 – Paginação da alvenaria adaptada**



Fonte: MMC PROJETOS E CONSULTORIA, 2024

**Figura 4 – Comparativo dos sistemas de amarração: Parede convencional (amarração direta) x Parede pré-fabricada (amarração indireta)**



Fonte: MMC PROJETOS E CONSULTORIA, 2024

O sistema de amarração utilizado para garantir a estabilidade da edificação diferiu do modelo convencional por realizar a união dos elementos de forma indireta, sem entrelaçamento de blocos (Figura 4b). Quanto a isso, o método consistiu na abertura de vãos laterais nos painéis que possibilitavam a passagem de *graute* e armadura, garantindo que nas junções em “T” e “L” as paredes fossem vinculadas e formassem um único elemento estrutural (Figura 5). Finalmente, sua modulação foi disposta em 13 paredes de alvenaria com tamanhos variados, cujas dimensões foram resultado dos requisitos de design estrutural e arquitetônico, além da soma das dimensões dos blocos e juntas de argamassa (Figura 6). Ainda, as conexões entre paredes e diferentes disposições dos blocos resultaram em pontuais alterações nas instalações elétricas e hidráulicas, quando comparadas ao projeto original.



**Tabela 1 – Lista de materiais e carga linear sistema tradicional de alvenaria e sistema pré-fabricado**

Quantitativos de material					
Sistema tradicional			Sistema pré-fabricado		
Total blocos (classe 40 EST)	2180	Un.	Total blocos (classe 40 EST)	2179	Un.
Argamassa 4 MPa	1,2	m <sup>3</sup>	Argamassa 4 MPa	1,2	m <sup>3</sup>
<i>Graute</i> 15 MPa	1,4	m <sup>3</sup>	<i>Graute</i> 15 MPa	1,6	m <sup>3</sup>
Aço CA50 Ø8mm	80	kg	Aço CA50 Ø8mm	94	kg
Carga linear por metro para parede de h=2,6m					
Sistema tradicional e pré-fabricado			Painel de concreto armado (mesmas dimensões)		
3,44 kN			7,33 kN		

Fonte: autores, 2025

Quanto a produção das paredes, foram observados fatores importantes relacionados a rotina de trabalho dos funcionários envolvidos no processo. As atividades ocorreram em uma fábrica de blocos cerâmicos, seguindo as especificações e dimensionamentos do projeto. Nesse sentido, tanto o detalhamento dos painéis quanto os quantitativos de materiais auxiliaram na organização da produção e possibilitaram que o ambiente de trabalho fosse otimizado através da disposição de materiais da fábrica e do ambiente preparado para dar aos funcionários envolvidos as melhores condições ergonômicas e de produtividade (Figura 7b). O serviço, nessa etapa, ocorreu de forma semelhante ao método utilizado no sistema convencional, porém com os benefícios de se estar em um ambiente controlado e protegido. Posto isso, a produção das paredes inclui, além do assentamento dos blocos, a instalação dos pontos elétricos previstos no projeto, possibilitando que mais uma etapa fosse realizada no ambiente industrial e não no canteiro de obras. Além disso, todas as esquadrias das edificações foram previstas com o auxílio de gabaritos, que posteriormente serviram para a correta instalação do elemento *in loco*.

Para que pudessem ser içadas para transporte e posteriormente montagem, as paredes foram envolvidas com fitas de sustentação que as prendiam a perfis metálicos. Esses perfis podiam ser erguidos pelo guindaste do caminhão tipo *Munck* responsável pelo transporte e montagem. A resistência média à tração da fita de sustentação foi testada em laboratório e atingiu o resultado de aproximadamente 434 kgf, tendo deformação média de 12,15% (3,65 cm para fitas ensaiadas de 30 cm). Outrossim, após finalizados, os painéis eram escorados para garantir segurança e estabilidade durante o período de cura (aproximadamente 15 dias), as escoras eram metálicas e foram fixadas na parede e no piso (Figura 8).

**Figura 7 – Condições dos diferentes ambientes de trabalho**

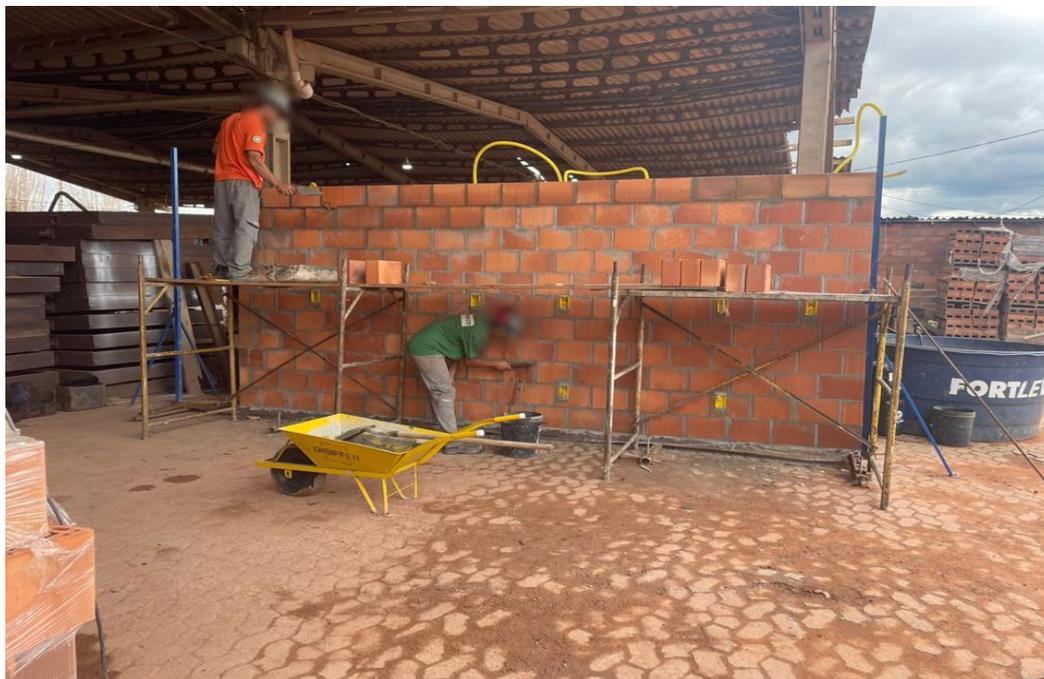
a) Ambiente de trabalho sistema convencional



Fonte: autores, 2024

**Figura 7 – Condições dos diferentes ambientes de trabalho**

b) Ambiente de trabalho sistema pré-fabricado



Fonte: autores, 2024

**Figura 8 – Parede finalizada na fábrica**

Fonte: autores, 2024

Ainda que o foco do primeiro protótipo não tenha sido produtividade, e sim o teste e validação das etapas necessárias para a construção no sistema, foram observados fatores que colaboraram para o aumento na produção em relação aos métodos convencionais. Quanto a isso, embora não tenham sido explorados em seu potencial máximo, os aspectos demonstram capacidade para evoluir e entregar melhores resultados ao sistema, de forma a diminuir o tempo necessário para construção, impactar positivamente o custo relacionado à incorporação das habitações e aumentar a racionalização (Tabela 2). Ressalta-se que, em níveis mais elevados de industrialização, a produção das paredes é potencializada por tecnologias que podem ser implementadas na rotina de trabalho fabril, auxiliando ou substituindo o trabalho manual.

**Tabela 2 – Aspectos que contribuem para a produtividade do sistema pré-fabricado**

Fator	Descrição	
	Sistema tradicional	Sistema pré-fabricado
Ambiente protegido de condições climáticas	Por estar em um ambiente exposto, as condições climáticas adversas como chuva e temperaturas desconfortáveis afetam e até impedem a produção.	Por estar em um ambiente fechado e controlado, condições climáticas adversas como chuva e temperaturas desconfortáveis não afetam a produção.
Melhor disposição dos materiais	Devido ao tamanho do canteiro de obras, muitas vezes os materiais não se concentram próximos ao local de produção, diminuindo a produção em termos de logística.	Por estar concentrada em um local fixo, a produção pré-fabricada permite que os materiais estejam sempre próximos do local de execução do serviço.

**Tabela 2 – Continuação - Aspectos que contribuem para a produtividade do sistema pré-fabricado**

Fator	Descrição	
	Sistema tradicional	Sistema pré-fabricado
Ambiente organizado	Mesmo em boas condições, o canteiro de obras é um ambiente desconfortável em termos de ergonomia e organização, reduzindo a produtividade dos funcionários.	Por estar em um ambiente controlado e organizado, a produção em fábrica é potencializada e gera menos riscos à saúde do funcionário.
Racionalização	Mesmo com planejamento prévio, o canteiro de obras está mais sujeito a problemas de compatibilização e imprevistos durante a construção.	Por ter todos os procedimentos detalhados e pensados dentro de uma linha de produção, a racionalização do sistema pré-fabricado é potencializada.
Rotatividade	Observa-se grande rotatividade de funcionário no canteiro de obras, dificultando o treinamento e evolução dos funcionários que produzem neste ambiente.	Por ser uma instalação fixa, a indústria melhora as condições de trabalho e conseqüentemente diminui a rotatividade de trabalhadores, possibilitando mais treinamento e evolução no processo produtivo.

Fonte: autores, 2025

Após a produção e o período de cura da argamassa de assentamento das paredes, teve início a logística e a montagem da habitação. O processo começou com o carregamento das paredes do primeiro protótipo na fábrica, onde os painéis foram cuidadosamente posicionados sobre o caminhão responsável pelo transporte até o canteiro de obras, localizado a 5,6 km. Chegando ao canteiro, as paredes puderam ser içadas e alocadas em suas respectivas posições, delimitadas pelo projeto arquitetônico.

As condições necessárias no canteiro de obras para a realização do serviço incluíram a conclusão das fundações, contrapiso e impermeabilização, além da verificação do nível local. A organização antecipada dos painéis e a preparação do local permitiram um fluxo contínuo e seguro durante o processo e, além disso, a numeração dos painéis, associada a um planejamento detalhado, facilitou o entendimento e o seguimento lógico na montagem, diminuindo o tempo e evitando possíveis erros.

O procedimento de alocação e fixação dos painéis no canteiro de obras foi com o auxílio do caminhão tipo *Munck*, o qual, içou cada elemento e o conduziu até sua respectiva posição. Neste momento, além do operador, dois funcionários trabalhavam no canteiro, responsáveis pela colocação da argamassa de assentamento que fixou a parede à fundação e pela alocação da parede dentro das condições de prumo e esquadro necessárias (Figura 9).

Por fim, para a estabilidade da edificação, os painéis foram unidos pelo método de amarração indireta, com a serralha lateral das paredes e o preenchimento com *graute* e armadura (Figura 10), sendo também necessária a colocação de escoras durante o período de cura da argamassa (15 dias). O processo de montagem foi repetido para todas as 13 paredes, resultando na superestrutura completa da habitação proposta.

**Figura 9 – Montagem da habitação no canteiro de obras**

Fonte: autores, 2024

**Figura 10 – Serragem e escoramento dos painéis**

Fonte: autores, 2024

Por fim, a etapa de montagem da habitação foi considerada produtiva, obtendo já nos protótipos iniciais, o resultado de montagem de três unidades por dia. Assim, considera-se que com sincronia entre a produção na fábrica e a montagem no canteiro de obras, pode-se obter resultados promissores em termos de produtividade. Ressaltando que para o pleno funcionamento do sistema e a maximização dos ganhos em termos de custo e

produção, é necessário que toda a cadeia produtiva esteja integrada em termos de logística, tanto para fabricação das paredes na indústria, quanto para a montagem da habitação no canteiro de obras. O protótipo montado pode ser visualizado na Figura 11.

**Figura 11 – Protótipo montado totalmente em paredes pré-fabricadas**



Fonte: autores, 2024

## 5 CONCLUSÃO

O sistema construtivo de paredes pré-fabricadas em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, objeto deste estudo, revelou-se uma alternativa promissora para o setor da construção civil, destacando-se por sua capacidade de aumentar a produtividade, reduzir desperdícios e otimizar os processos construtivos. Ainda, a análise realizada evidenciou que, embora o protótipo apresente atributos técnicos relevantes, como a simplificação da execução e o potencial de redução de custos, sua consolidação demanda maiores investimentos em pesquisa e desenvolvimento. No contexto do mercado da construção civil, o sistema oferece oportunidades significativas, impulsionado pela crescente demanda por métodos construtivos mais sustentáveis e por soluções ágeis e economicamente viáveis. No entanto, há desafios a serem superados, como a resistência inicial do setor a mudanças e a necessidade de capacitação de mão de obra especializada para a implementação do novo sistema.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Construtora Vasco, à Pauluzzi Blocos Cerâmicos e à MMC Projetos e Consultoria pela oportunidade de acompanhar o desenvolvimento do sistema estudado.

## REFERÊNCIAS

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. *Para avançar na industrialização é inevitável mudança nos métodos construtivos, diz CBIC*. Agência CBIC, Brasília, 15 abril. 2024. Disponível em: <<https://cbic.org.br/para-avancar-na-industrializacao-e-inevitavel-mudanca-nos-metodos-construtivos-diz-cbic/>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Construção industrializada e metodologia BIM são abordadas pela ABDI durante Feicon*. São Paulo, 4 abr. 2024. Disponível em: <<https://cbic.org.br/para-avancar-na-industrializacao-e-inevitavel-mudanca-nos-metodos-construtivos-diz-cbic/>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Manual da construção industrializada: conceitos e etapas. v.1: Estrutura e Vedação*. ABDI. 1 ed. Brasília, 2015.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. *Catálogo de inovação na construção civil*. Brasília, 2016. Disponível em: <[https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo\\_de\\_Inovacao\\_na\\_Construcao\\_Civi\\_I\\_2016.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo_de_Inovacao_na_Construcao_Civi_I_2016.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria nº 399, de 21 de dezembro de 2006. *Institui o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT, no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 245, p. 144, 22 dez. 2006.

\_\_\_\_\_. *Cresce dificuldade para contratar mão de obra qualificada na construção civil*. Agência CBIC. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://cbic.org.br/cresce-dificuldade-para-contratar-mao-de-obra-qualificada-da-construcao/>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

FGV IBRE - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Sondagem da Construção em Sistemas Industrializados*. Modern Construction Show. São Paulo, 2024.

MARQUES, R. et al. *Comparativo de custos de construção de uma unidade de conjunto habitacional com uso de alvenaria estrutural e painéis pré-fabricados*. Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 14, n. 4, 2022.

MMC PROJETOS E CONSULTORIA. *Projeto de paginação de alvenaria*. Canoas - RS, 2024.

SINAT – SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS DE PRODUTOS INOVADORES. *DATec Nº021-D - Casas Olé - Painéis pré-moldados em alvenaria com blocos cerâmicos e concreto armado*. Brasília, mar. 2023. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos: Diretriz Sinat Nº 002 - Rev. 01: Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais. São Paulo, 2012.

\_\_\_\_\_. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos: Diretriz Sinat Nº 009: Sistema Casa Express de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes. São Paulo, 2012.

SINDUSCON - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. *Apagão da mão de obra e futuro da construção*. Paineis na Convenção Secovi, São Paulo 2024. Disponível em: <<https://sindusconsp.com.br/sinduscon-sp-debateu-apagao-da-mao-de-obra-e-futuro-da-construcao-em-26-de-agosto/>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SOUZA, U. E. L. de et al. *O custo do desperdício de materiais nos canteiros de obras*. Qualidade na Construção, n. 21, p. 64-66, 1999.

TAUIL, C. A. et al. *Alvenaria Estrutural*. São Paulo: Pini, 2010.

THAMBOO, J. et al. *Prospects of developing prefabricated masonry walling systems in Australia*. Buildings 2021, 11, 294. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/buildings11070294>>. Acesso em: 12 mar. 2025.