

COMPARATIVO DE CUSTO DE CONSTRUÇÃO ENTRE MÉTODOS TRADICIONAL E PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

CONSTRUCTION COST COMPARISON BETWEEN TRADITIONAL METHODS AND PRECAST PANELS FOR A SINGLE-FAMILY RESIDENCE

COMPARACIÓN DE COSTES DE CONSTRUCCIÓN ENTRE MÉTODOS TRADICIONALES Y PANELES PREFABRICADOS PARA UNA RESIDENCIA UNIFAMILIAR

Francisca Mayane de Sousa e Silva¹
João Bosco Brandão Alves²
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade³

RESUMO: Este estudo aborda uma pesquisa que visa comparar os custos de construção entre métodos tradicionais e o uso de painéis pré-moldados em residências unifamiliares. O objetivo é realizar uma análise quantitativa para determinar se há diferenças de custos entre uma residência construída de maneira tradicional e outra com painéis pré-moldados, identificando qual método é mais econômico. A pesquisa é de natureza quantitativa, descritiva e experimental, sendo realizada no condomínio *Jardins di Roma*, em construção, com uma população de 345 unidades habitacionais, sendo 245 com painéis pré-moldados e 100 com método convencional. A coleta de dados foi realizada no local, incluindo medições de produtividade, consumo de materiais e acompanhamento dos processos, seguida pela elaboração de orçamentos para determinar os custos de cada método. Os resultados, baseados nos orçamentos utilizando a referência SINAPI, indicam claramente a eficácia econômica, eficiência e sustentabilidade do método de painéis pré-moldados na construção de residências unifamiliares. Conclui-se que, tanto do ponto de vista financeiro quanto prático, o sistema de painéis pré-moldados apresenta vantagens econômicas e operacionais significativas em comparação com o método tradicional.

5178

Palavras-chave: Construção Civil. Inovação. Alvenaria convencional. Pré-moldado.

ABSTRACT: This study delves into research aimed at comparing construction costs between traditional methods and the use of precast panels in single-family homes. The objective is to conduct a quantitative analysis to determine if there are cost differences between a traditionally constructed residence and one using precast panels, identifying which method is more economical. The research is quantitative, descriptive, and experimental, conducted in the *Jardins di Roma* condominium under construction, with a population of 345 housing units—245 using precast panels and 100 employing conventional methods. Data collection occurred on-site, involving productivity measurements, material consumption, and process monitoring, followed by budgeting to determine the costs of each method. Results, based on budgets using the SINAPI reference, clearly indicate the economic effectiveness, efficiency, and sustainability of precast panel construction in single-family homes. The conclusion is that, from both a financial and practical standpoint, the precast panel system offers significant economic and operational advantages compared to traditional methods.

Keywords: Civil Construction. Innovation. Conventional Masonry. Precast.

¹Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Santo Agostinho.

²Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Santo Agostinho.

³Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia de Materiais (PPGEM-IFPI). Docente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Santo Agostinho.

RESUMEN: Este estudio aborda una investigación que tiene como objetivo comparar los costos de construcción entre métodos tradicionales y el uso de paneles prefabricados en viviendas unifamiliares. El objetivo es realizar un análisis cuantitativo para determinar si existen diferencias de costos entre una vivienda construida de manera tradicional y otra con paneles prefabricados, identificando qué método es más económico. La investigación es de naturaleza cuantitativa, descriptiva y experimental, llevada a cabo en el condominio Jardins di Roma, en construcción, con una población de 345 unidades habitacionales, siendo 245 con paneles prefabricados y 100 con método convencional. La recolección de datos se realizó en el lugar, incluyendo mediciones de productividad, consumo de materiales y seguimiento de los procesos, seguida de la elaboración de presupuestos para determinar los costos de cada método. Los resultados, basados en presupuestos utilizando la referencia SINAPI, indican claramente la eficacia económica, eficiencia y sostenibilidad del método de paneles prefabricados en la construcción de viviendas unifamiliares. Se concluye que, desde el punto de vista financiero y práctico, el sistema de paneles prefabricados presenta ventajas económicas y operativas significativas en comparación con el método tradicional.

Palabras clave: Construcción Civil. Innovación. Albañilería convencional. Prefabricado.

INTRODUÇÃO

No Brasil, assim como em diversas partes do mundo, a construção civil é um ramo que contribui ativamente para o desenvolvimento econômico por meio de diversos setores paralelos como comércio, indústria e principalmente mão de obra. Os processos produzidos pelo setor trazem um legado de progresso e produtividade, mas, por outro lado, também apresentam muitas lacunas que ainda precisam ser exploradas, como desperdício e abuso de mão de obra (SOUZA; RUFINO, 2017; VIEIRA; NOGUEIRA, 2018).

Com o intuito de gerar emprego em um curto espaço de tempo e diminuir o déficit habitacional ou ao menos diminuir a falta de moradia, o governo federal através do ministério das cidades lança em março de 2009 o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), PMCMV (Programa Minha Casa, Minha Vida). O programa gerou muitas obras em todo país e para fugir daquela construção tradicional que estava fortemente vinculada a um sistema repleto de perdas, desperdícios, morosidade e mau gerenciamento, as construtoras de todo Brasil buscaram reduzir o desperdício e o tempo de entrega das obras e manter a qualidade (CALDAS; LIRA; SPOLTO, 2017).

Assim, surgiram vários sistemas construtivos, dentre eles os de painéis cerâmicos pré-moldados, que são peças modulares de concreto armado e recheadas com lajotas cerâmicas para dar volume à peça e proporcionar conforto térmico e acústico e também diminuindo assim o peso da peça, neste sistema as paredes de vedação são fabricadas em uma pista feita de concreto polido e formas de ferro para moldar as dimensões das paredes a serem fabricadas, após três dias de cura as serão içadas por caminhão *munk* e montadas no local por uma equipe treinada (montadores, sinaleiros, soldadores e operador de *munk*) (LIMA, 2016).

As obras de concreto pré-moldado desempenham um papel importante no ramo da construção civil, pois incorporam elevados padrões de qualidade associados aos métodos tradicionais de alvenaria, evitam o desperdício de materiais, racionalizam processos de mão de obra e proporcionam melhor controle técnico e operacional. Embora esse método seja mais utilizado em grandes projetos como prédios e galpões também são indicados para residências de pequeno, médio e grande porte. Para isso, é necessário realizar um estudo detalhado de todos os processos envolvidos neste elo, possibilitando a aplicação desta abordagem construtiva e tornando-a mais amplamente disponível no mercado atual (SOUZA; RUFINO, 2017).

É neste contexto de busca por inovação, redução de custos e racionalização, que o presente trabalho apresenta como questão norteadora: qual a diferença de custo de construção de uma residência familiar construída com métodos tradicionais (alvenaria em blocos cerâmicos) e de uma residência com painéis pré-moldados?

Para responder ao problema central determinado, em função da abordagem quantitativa adotada, serão investigadas as seguintes hipóteses: a) a residência familiar construída com método tradicional (alvenaria em blocos cerâmicos) não apresenta diferença de custo em comparação com uma residência construída com sistema com painéis pré-moldados; b) a residência familiar construída com método tradicional (alvenaria em blocos cerâmicos) apresenta diferença de custo e em comparação com uma residência construída com sistema com painéis pré-moldados.

A pesquisa apresenta como objetivo comparar o custo de construção de uma habitação unifamiliar construída com métodos tradicionais de uma residência com estrutura de pré-moldados.

No Brasil em 2022 estimava-se déficit habitacional de 5,8 milhões de moradias. As regiões Norte e Nordeste são as que possuem o maior déficit em termos relativos, sendo os Estados do Maranhão e do Amazonas os que possuem o maior déficit relativo no Brasil (IBGE, 2019).

Esta realidade afeta principalmente os segmentos mais pobres da população, que muitas vezes não possuem condições financeiras para adquirir imóveis pelos meios tradicionais. Diante disso, busca-se inovação nos métodos de construção de unidades habitacionais com redução de custos, perdas, tempo de entrega e racionalização. Ademais, esta pesquisa servirá como base teórica para pesquisas futuras que busquem compreender o caminho a seguir para reduzir os danos causados pelo déficit habitacional e dar à sociedade o retorno que de si é esperado (CASTRO; VON KRUGER, 2013; JANE et al., 2020).

Comparar o valor da construção de casas com alvenarias e de casas com estrutura pré-moldada é importante do ponto de vista social, pois pode ajudar a determinar qual opção é mais acessível e econômica para a população de baixa renda ou que vive em regiões com recursos limitados. Além disso, a comparação pode ajudar a identificar quais são as vantagens e desvantagens de cada método construtivo, permitindo que as pessoas tomem decisões mais informadas e conscientes sobre o tipo de construção que desejam realizar. Ademais, comparar os valores de construção pode contribuir para a promoção de políticas públicas que incentivem a construção de moradias mais acessíveis e sustentáveis, contribuindo para a melhoria das condições de vida da população como um todo (DALPAZ *et al.*, 2020; LAVOCAT *et al.*, 2018; TECHIO; GONÇALVES; COSTA, 2016).

REFERENCIAL TEÓRICO

Construção e economia

A economia brasileira é dividida por três grandes setores: Agropecuária, Indústria e Serviços, sendo a construção civil pertencente ao setor da indústria. A construção civil é uma indústria que age por meio de pessoas englobando a execução de obras leves e pesadas, incluindo casas, edifícios, barragens, estradas, aeroportos e obras de infraestrutura. Sendo assim podemos afirmar que o setor da indústria da construção civil tem grande relevância na economia do país principalmente na geração de emprego, renda e pagamento de tributos (NUNES *et al.*, 2020).

A importância da indústria da construção civil sob o ponto de vista econômico, é naturalmente percebido pelo peso dos indicadores em relação à participação no PIB, na produção e no emprego, em relação aos demais indicadores de outros setores da economia. A indústria da construção civil é responsável pela alavancagem nos setores fornecedores de insumos, com isso a cadeia produtiva depende muito da construção civil, setores como a indústria de matéria prima equipamento e principalmente os serviços gerando assim emprego nos mais diversos setores da economia (FIALHO *et al.*, 2014).

Apesar da indústria da construção civil ser essa grande força motriz da economia ela ainda é muito insuficiente quando se trata de desperdícios de material, tempo, nos canteiros de obras, é gerado um volume muito grande de resíduos em consequência do desperdício. Esse desperdício acontece mais por falta de mão de obra qualificada, falta de investimento por parte dos construtores para qualificar e orientar melhor os operários. Acredita-se que com investimentos no planejamento, na organização e treinamento da mão de obra esse desperdício

poderia ser reduzido e conseqüentemente ter um aumento na produtividade (BOERIZ; FILHO, 2021).

Método tradicional (bloco cerâmico)

O bloco cerâmico tem forma prismática retangular, com furos (pode ser de seis furos ou oito furos) no sentido longitudinal da peça, são conhecidos como blocos vazados ou de furos e de acordo com a NBR 15270-2017, são fabricados através da queima de argilas que por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a elevadas temperaturas (ARAÚJO, 2019)

Apesar de todos os avanços tecnológicos e econômicos ocorridos no setor da construção civil no Brasil, com o surgimentos de vários métodos construtivos, que ao mesmo tempo possibilitam o aumento da produtividade e conseqüentemente a redução de custos e de tempo nas obras, ainda bastante utilizado é o método tradicional (blocos cerâmicos de furos) que segundo a NBR 15270-2017 (ABNT,2017) esse bloco que possui furos horizontais e são usados principalmente como vedação seja ela interna ou externa (LACERDA; PEREIRA, 2017).

O método tradicional, que se caracteriza pelos altos custos, planejamento deficiente, desperdício elevado e pouca qualificação dos operários, possui como elemento construtivo principal o bloco cerâmico, que tem como função principal a vedação, que pode ser externa ou interna, mas também possui elementos estruturais de concreto armado como pilares, vigas e lajes que são preenchidos com alvenaria de vedação composta por blocos cerâmicos tradicionais que na maioria das obras recebem todo um processo de acabamento (chapisco, reboco ou emboço, pintura ou revestimento cerâmico) (SILVA, 2021).

Este método construtivo com blocos cerâmico vazados segue uma seqüência de passos, que inicialmente, devemos estar com a parede a ser construída devidamente marcada pelo mestre de obras, começamos a construir a parede de vedação o profissional (pedreiro), começa a assentar os blocos com argamassa, essa argamassa é fabricada em betoneira com as proporções dos materiais devidamente especificados em projeto executivo, será feito a primeira fiada com argamassa na base que vai receber o bloco e também com argamassa entre os tijolos, a segunda fiada que vem logo em cima da primeira os blocos são colocados amarrando com os blocos da primeira fiada sempre a prumo no sentido vertical e sempre as fiadas têm que estar niveladas no sentido horizontal da parede de vedação (TAVARES; GOMES, 2020).

Com o objetivo de determinarmos a temporalidade de construção de uma residência unifamiliar, que afeta diretamente no custo da obra, e conseqüentemente chegarmos ao custo

final desta residência, estamos fazendo o estudo de custo e de tempo e comparativo com o método construtivo de painéis pré-moldados (SOUZA; RUFINO, 2017).

Painéis pré-moldados mistos

Com o aumento da competitividade e a necessidade de diminuição de custos, o setor da construção civil, teve que buscar e desenvolver sistemas construtivos com melhores custo-benefício e redução de impactos ao meio ambiente. Os painéis pré-moldados surgem como uma alternativa bastante acessível do ponto de vista social, econômico e ambiental, que para o setor da construção civil esse sistema veio com bastante expressividade desde 2009 até os dias atuais e para atender obras a baixo custo principalmente para o programa Minha Casa Minha Vida (VESPASIANO, 2019). Tendo o pré-moldado como um método construtivo prático, veloz e já bastante difundido e moderno. Este processo de pré-moldados é caracterizado pela fabricação em série de forma industrial, as peças são produzidas na fábrica de pré-moldado nas medidas e formas do projeto e a cura do concreto se dá no local da fabricação, porém a montagem acontece na maioria das vezes fora do local fabricado, tendo assim que envolver o transporte até o local de uso definitivo (TEIXEIRA, 2021).

Com um sistema construtivo pré-moldado misto de concreto armado e blocos cerâmicos, bastante versáteis e bem adaptáveis à nossa região, o sistema CASA EXPRESS que é um dos muitos sistemas inovadores que surgiram para atender a grande demanda construtiva no país, é um sistema que oferece um aumento da produtividade, diminuição de perdas e racionalização da mão de obra, com isso diminui-se de forma significativa o tempo de construção, os desperdícios e conseqüentemente diminuem os custos podendo assim ser comparada com construções tradicionais de blocos cerâmicos (LIRA et al., 2016).

O sistema construtivo casa *express*, que consiste na fabricação de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos. Esta fabricação se dá através de uma superfície de concreto perfeitamente polida e com fôrmas definidas em projetos na modulação das paredes (painéis), estas fôrmas são preenchidas com concreto armação e os blocos cerâmicos e onde existir instalações caixas elétricas já serão colocadas, com uma fina camada de acabamento com argamassa é dado um acabamento na parte superior do painel, após três dias de cura o painel será içado e transportado até o local da montagem. (CALDAS; LIRA; SPOLTO, 2017).

MÉTODOS

Com base nos objetivos desse trabalho que servirá para nos nortear durante a pesquisa para conclusão do mesmo, faremos uma pesquisa que tratará de uma pesquisa quantitativa onde teremos que visitar o canteiro de obras e então faremos um comparativo de custos de execução dos serviços entre o método construtivo tradicional e o método construtivo com painéis pré-moldados, para uma residência unifamiliar na cidade de Teresina-PI (MARCOMINI et al., 2023).

Levando em conta os métodos construtivos abordados na pesquisa faremos uma descrição de cada método caracterizando assim como uma pesquisa descritiva. Então como método construtivo tradicional temos paredes com alvenaria de tijolos cerâmicos de furo, esse método consiste em levantar a parede tijolo por tijolo com argamassa de cimento para a fixação dos tijolos até atingir a altura de projeto, de forma que fiquem todos aprumados verticalmente e alinhados horizontalmente, sendo necessário para o acabamento *chapiscar* e rebocar nas duas faces para receber a pintura ou revestimento (GISAH; THOMPSON, 2013).

O método com painéis pré-moldados consiste em painéis fabricados fora da área da construção e transportado até o local da edificação por caminhão *munk*, são fabricados em pistas de concreto polido para o painel já ficar com acabamento, com formas de metal com os tamanhos das paredes de acordo com o projeto arquitetônico, na concretagem as paredes já recebem todas as instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias caso exista (EL DEBS, 2000).

Faremos uma pesquisa experimental e de campo utilizando dois modelos construtivos no condomínio *Jardins di Roma* na cidade de Teresina localizado no bairro Pedra Mole zona norte. Nesta pesquisa faremos um comparativo de custos e tempo de execução entre os dois modelos alvenaria convencional e painéis de concreto pré-moldados.

A população da nossa pesquisa será um universo de 345 unidades unifamiliares e na qual faremos o nosso experimento em duas unidades dentre o total de 345 unidades habitacionais, a escolhas das unidades a serem analisadas será de acordo com o andamento da obra, esta obra tem três anos para o término, então quando formos coletar os dados escolheremos duas unidades para coletas.

Faremos a coleta de dados através de visitas ao canteiro de obras, fazendo o acompanhamento das medições de traços, rendimento de consumo de material, perdas de materiais, conferência da ferragem, desperdícios de materiais, tempo de

execução, fotos da execução das etapas dos serviços, acompanhamento de todas as etapas de execução da construção da unidade habitacional com registros fotográficos.

Com o acompanhamento dos serviços para fazermos todas as medições necessárias estaremos dentro do canteiro de obras e procederemos fazendo a conferência dos traços se estão de acordo com o traço de tabela da obra, estabeleceremos um parâmetro de consumo de cada traço nos primeiros traços que estaremos acompanhando, para que nos demais identificarmos se houve desperdícios ou perdas fora do aceitável, faremos a conferência das ferragens se estão de acordo com o projeto estrutural, bem como acompanharemos o tempo de execução de cada etapa de serviços do dois sistemas construtivos para daí então compararmos ao final da coleta os dois sistemas. Utilizaremos de memorial fotográfico para um melhor embasamento nos dados coletados.

RESULTADOS

Orçamento

O orçamento é o cálculo aproximado das despesas (custos diretos e indiretos), lucros e investimentos que são necessários para a realização de um projeto ou execução de uma obra. Para atingir os objetivos propostos, tomou-se como base conceitual diversos levantamentos através de livros, artigos, dissertações e normas brasileiras e principalmente o acompanhamento prático da execução dos serviços que através do qual percebemos que para chegar a uma conclusão satisfatória deveríamos comparar os custos de três etapas da obra pois as demais eram comuns em execução e valores.

5185

Fabricação dos painéis

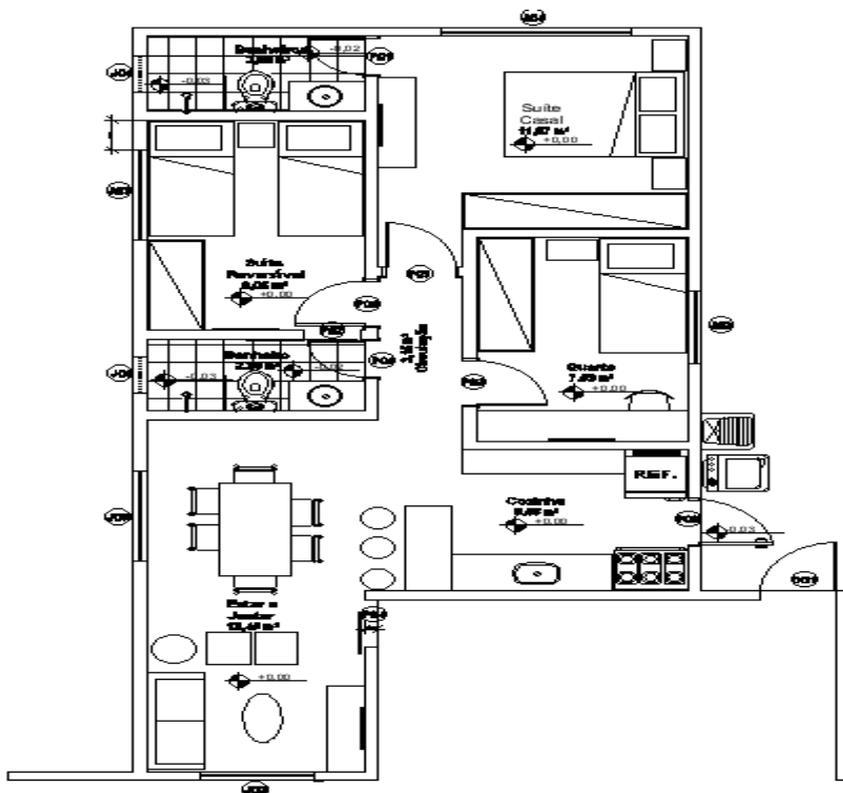
Na composição dos orçamentos principalmente no orçamento voltado para o sistema construtivo de painéis pré-moldados, tivemos que fazer a maioria das composições de custo e adaptar à base SINAPI (Sistema Nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil) em setembro de 2023.

Durante a visita ao canteiro de obras observou-se o processo de fabricação dos painéis pré-moldados. Nesse contexto, realizamos medições e acompanhamentos necessários para determinar os valores e precificar cada serviço relacionado à produção desses painéis.

O processo de fabricação dos painéis ocorre no próprio canteiro de obras, seguindo rigorosamente o projeto de fabricação que contempla uma residência unifamiliar com 77,04 m²

de área construída. Essa construção inclui uma sala de estar, uma sala de jantar, terraço/garagem, cozinha, dois quartos de solteiro, uma circulação e uma suíte de casal, em um terreno de 171 m², conforme projeto de referência na figura 1.

Figura 1: Projeto de referência



Fonte: Dados da pesquisa.

Para iniciar a concretagem dos painéis, é realizada uma limpeza na base das pistas e nas formas metálicas. Em seguida, é feito um arranjo na distribuição das formas para facilitar o içamento dos painéis pelo caminhão *munk*. Após a limpeza e a distribuição das formas, é aplicado o desmoldante, composto por sebo bovino e óleo diesel simultaneamente. Este desmoldante é distribuído próximo às formas, juntamente com as lajotas, a ferragem e os kits hidráulicos. Em seguida, o concreto é preparado na betoneira, seguindo o traço definido em laboratório pela construtora (traço 1:3:3 e 50 ml de acelerador de pega). Durante a dosagem do concreto, é retirado o *slump test* e são moldados os corpos de prova.

No processo de concretagem, é aplicada uma camada de concreto de 2,5 cm de espessura, vibrada com a régua vibratória. Posteriormente, são distribuídas as lajotas e as ferragens, juntamente com a colocação das tubulações elétricas, hidráulicas e sanitárias, quando necessário. Em seguida, é colocada a camada de concreto de cobertura, vibrada com o vibrador de imersão, deixando o concreto na altura da forma do painel, que tem 11,5 cm de altura. Durante esse

processo, são instaladas também as caixas de tomadas e interruptores. Para finalizar, no dia seguinte, os painéis são desformados e rebocados.

Para a execução dessa etapa, foi mobilizada uma equipe de operários composta por: 1 encarregado, 2 armadores responsáveis pelo corte, dobra e armação das peças, 2 armadores para a colocação e distribuição das ferragens na hora da concretagem dos painéis, 1 operador de betoneira, 3 pedreiros, 1 bombeiro, 1 eletricista e 5 serventes.

Durante a visita, foram observados diversos equipamentos em uso, incluindo 1 policorte para corte de ferro, 1 betoneira autocarregável de 600L, um vibrador de imersão com diâmetro de 25 mm, 1 régua vibratória, 3 padiolas padronizadas para medir os traços de concreto e reboco, 2 carrinhos de mão para o transporte das lajotas e 3 carrinhos de transporte para o concreto e a massa do reboco.

Adicionalmente, foi feito um levantamento detalhado dos materiais utilizados na fabricação dos painéis, incluindo consumo de água, cimento, agregado graúdo (brita de granulometria 12 mm), agregado miúdo (areia grossa e areia fina), aço para construção, aditivos, tubos para instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas. Os detalhes desse material estão disponíveis na planilha de orçamento na tabela 1.

Tabela 1: Orçamento de fabricação dos painéis.

	MATERIAL	UNID.	QUANTID.	VALOR UNITA.	VALOR TOTAL
1	FORMAS METÁLICAS	UNI	1	R\$ 74,00	R\$ 74,00
2	DESMOLDANTE SEBO ANIMAL+ ÓLEO DIESEL	L	54	R\$ 6,00	R\$ 324,00
3	LAJOTAS 30X30X8,5 UNIDADE	UNID.	960	R\$ 1,85	R\$ 1.776,00
4	LAJOTAS 30X15X8,5 UNIDADE	UNID.	230	R\$ 0,93	R\$ 212,75
5	CONCRETO FCK 25	M ³	8,29	R\$ 638,95	R\$ 5.296,90
6	REBOCO ESPESSURA DE 1,0 CM	M ²	195,73	R\$ 21,75	R\$ 4.257,27
7	ELETRODUTO FLEXÍVEL Ø 32MM	M	25	R\$ 2,99	R\$ 74,75
8	ELETRODUTO FLEXÍVEL Ø 25MM	M	125	R\$ 1,86	R\$ 232,50
9	TUBO PVC SOLDÁVEL Ø 25MM	M	18	R\$ 20,89	R\$ 376,02
10	TUBO PVC SOLDÁVEL Ø 32MM	M	18	R\$ 44,20	R\$ 795,60
11	JOELHO SOLDÁVEL Ø 25MM 90°	UNID.	8	R\$ 6,66	R\$ 53,28
12	JOELHO SOLDÁVEL Ø 32MM 45°	UNID.	6	R\$ 8,69	R\$ 52,14
13	TÊ SOLDÁVEL Ø 32MM	UNID.		R\$ 3,97	R\$ 13.525,21 -
14	TÊ SOLDÁVEL Ø 25MM	UNID.	11	R\$ 1,54	R\$ 16,94
15	JOELHO AZUL LR Ø 25MMX1/2"	UNID.	10	R\$ 7,49	R\$ 74,90
16	TUBO ESGOTO Ø 40MM	M	2	R\$ 32,50	R\$ 65,00
17	TUBO ESGOTO Ø 50MM	M	15	R\$ 54,70	R\$ 820,50
18	JOELHO ESGOTO 90°X40MM	UNID.	4	R\$ 4,02	R\$ 16,08

19	JOELHO ESGOTO 90°X50MM	UNID.	4	R\$ 5,61	R\$ 22,44
20	JOELHO ESGOTO 45°X50MM	UNID.	6	R\$ 6,03	R\$ 36,18
21	AÇO CA 60 Ø 4.2 MM	KG	159,576	R\$ 7,75	R\$ 1.236,71
22	AÇO CA 50 Ø8.0 MM	KG	68,326	R\$ 6,60	R\$ 450,95
23	AÇO CA 50 Ø10.0 MM	KG	196,252	R\$ 6,59	R\$ 1.293,30
24	AÇO CA 50 Ø 12,5	KG	97,893	R\$ 6,55	R\$ 641,19
25	CAIXA RETANGULAR 4"X2"	UNID.	35	R\$ 12,20	R\$ 427,00
26	ARMADOR	H	38	R\$ 24,06	R\$ 914,28
27	BOMBEIRO	H	11	R\$ 24,06	R\$ 264,66
28	ELETRICISTA	H	11	R\$ 24,06	R\$ 264,66
29	OP.DE BETONEIRA	H	11	R\$ 24,06	R\$ 264,66
30	PEDREIRO	H	36	R\$ 24,06	R\$ 866,16
31	SERVEENTE	H	54	R\$ 18,84	R\$ 1.017,36
PREÇO TOTAL					R\$ 19.540,68

Fonte: elaborado pelos autores.

Fundações para casas pré-moldadas

Durante a fabricação dos painéis na central de pré-moldados (pistas), as fundações das unidades de construção são simultaneamente realizadas. Devido à natureza dos painéis, que consistem principalmente em concreto armado, as fundações tornam-se relativamente simples e, portanto, de execução fácil.

As fundações, detalhadamente planejadas nos projetos estruturais, são executadas simultaneamente à fabricação dos painéis. Isso envolve a construção do baldrame da calçada de todo o perímetro da construção, posicionado a pelo menos 20 cm acima do nível do terreno. Após pelo menos dois dias de cura do baldrame e a conclusão das instalações sob o piso, é iniciado o aterro, apiloado mecanicamente com um compactador tipo sapo. Para melhorar a qualidade deste aterro, a compactação é realizada em camadas com no máximo 10 cm de espessura, devidamente molhadas, até atingir o nível necessário para a colocação da armação das cintas. Após o aterro, as cintas são concretadas junto com o lastro do piso, que tem 6 cm de espessura, preparando-o para receber o contrapiso da unidade.

A mão de obra envolvida nesta etapa, que inclui a marcação da unidade, construção do baldrame, aterro apiloado, armação das cintas e o concreto do lastro, requer a presença do mestre de obras, 4 pedreiros, 2 serventes, 2 armadores, 1 operador de compactador mecânico, além da participação indireta do operador da betoneira e de 2 carpinteiros, com menos tempo dedicado à atividade de fundação para a colocação da forma do lastro. O orçamento está descrito na tabela 2.

Tabela 2: orçamento das fundações da unidade pré-moldada

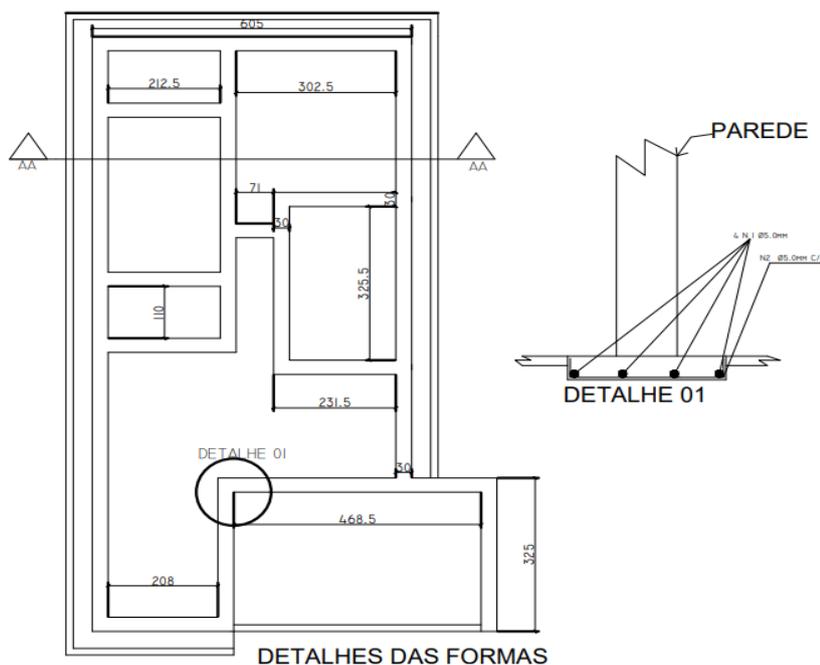
SERVIÇO	UNID.	QUANTI D.	PREÇO UNITÁRI O	PREÇO TOTAL
1 ESCAVAÇÃO (MDO SERVENTE)	H	18	R\$ 18,84	R\$ 297,00
2 BALDRAME DA CALÇADA	M ²	17,95	R\$ 134,79	R\$ 2.419,48
3 ATERRO COMPACTADO	M ³	38,52	R\$ 107,68	R\$ 4.032,27
4 AÇO CA 60 Ø 5,0 MM	KG	35,506	R\$ 7,25	R\$ 257,42
5 ARMAÇÃO DA FERRAGEM (MDO ARMADOR)	H	6	R\$ 24,06	R\$ 144,00
6 COLOCAÇÃO DAS FORMAS (MDO CARPINTEIROS)	H	8	R\$ 24,06	R\$ 192,48
7 LASTRO DE CONCRETO	M ³	5,92	R\$ 544,84	R\$ 3.225,45
8 MARCAÇÃO DAS PAREDES (MDO PEDREIRO)	H	4	R\$ 24,06	R\$ 96,24
TOTAL				R\$ 10.406,32

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As cintas são construídas com dimensões de 30 cm de largura por 10 cm de altura, se estendendo pelo tamanho da parede (figuras 2 e 3). São armadas com ferro CA 60 de diâmetro de 5.0 mm, com quatro barras distribuídas longitudinalmente e barras transversais espaçadas a cada 15 cm. Essas cintas são concretadas junto com o lastro do piso, utilizando concreto com resistência à compressão FCK = 25 Mpa, fabricado no local, seguindo todas as orientações da norma NBR 12655.

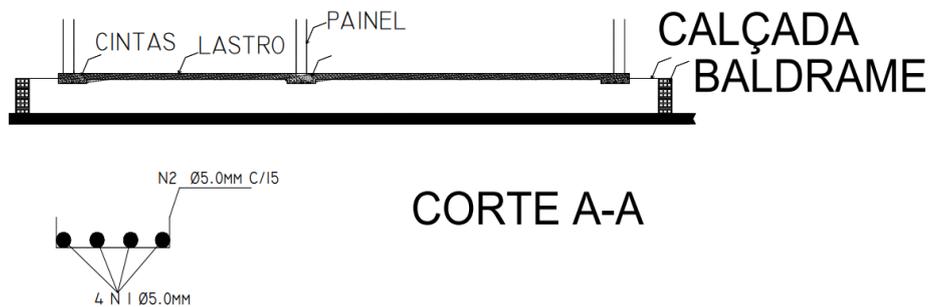
5189

Figura 2: Planta de forma das cintas e baldrames.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3: Detalhes da armação, cintas e baldrame.



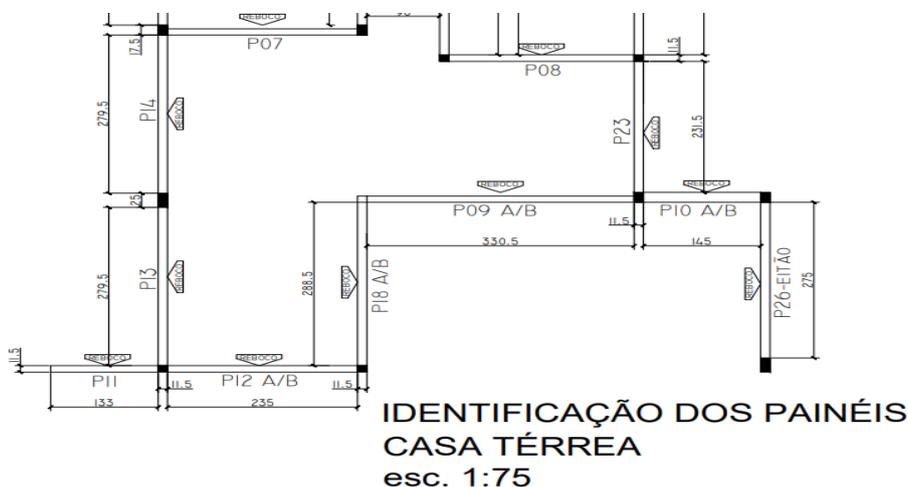
Fonte: Dados da pesquisa.

No mesmo dia da concretagem, inicia-se o processo de cura do concreto, consistindo no constante umedecimento do lastro com jatos d'água com uma mangueira de jardim. Este processo de cura se estende por aproximadamente 7 dias. No dia seguinte à concretagem, as paredes são marcadas de acordo com as medidas do projeto arquitetônico, utilizando linhas trena e a locação das paredes é realizada marcando o lastro com um ferro, identificando cada parede pelo seu respectivo número. Assim, a unidade fica pronta para receber a montagem.

Íçamento, montagem e acabamentos da unidade de casas pré-moldadas

Após a concretagem dos painéis e do reboco, que ocorre um dia após a aplicação do concreto, no terceiro dia acontece o içamento dos painéis para desocupar as pistas para um novo ciclo de concretagem, bem como para a montagem da unidade no lote de destino. Durante o içamento, os painéis devem estar numerados e identificados conforme o projeto de fabricação e montagem (figura 5). Esse procedimento é realizado com um caminhão *munk*, que além de içar os painéis, também os transporta até o local de montagem.

Figura 5: Numeração dos painéis



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O local onde a unidade será montada deve estar limpo e marcado, com a equipe pronta para receber a carga. Em seguida, a montagem é iniciada, um processo que requer atenção cuidadosa de toda a equipe envolvida, devido ao alto risco de acidentes. Durante a montagem, um técnico de segurança está presente para orientar a equipe sobre os riscos e garantir o uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) fornecidos pela empresa.

Antes de começar a montagem, é essencial sinalizar e isolar todo o perímetro da área de montagem para evitar que outros colaboradores não envolvidos na montagem fiquem próximos ao içamento dos painéis. O processo de içamento começa com a colocação da primeira parede no local. Após escorar essa parede com escoras de ferro, o caminhão *munk* é liberado para içar a parede seguinte, que é colocada ao lado da primeira e interligada a ela por meio de soldas entre pinos de aço embutidos nas paredes. Esse processo é repetido de forma numerada até que a montagem seja concluída, o que leva aproximadamente 7 horas.

Após a montagem realizada pela equipe de montadores, composta por 2 montadores, 1 soldador, 2 sinaleiros e o operador do *munk*, inicia-se a colocação das formas nos encontros das paredes para o processo de concretagem. Isso envolve o grauteamento dos encontros das paredes para proporcionar mais rigidez e estabilidade ao conjunto. As formas utilizadas são feitas de chapas de aço e podem ser reutilizadas várias vezes. A equipe responsável pelas formas e pelo concreto é formada por 2 carpinteiros, 1 pedreiro e 2 serventes. Orçamentos descrito nas tabelas 3 e 4. O concreto utilizado na obra tem uma resistência à compressão de 25 MPa. Esse processo leva cerca de 6 horas para ser concluído.

Após a retirada das formas dos encontros das paredes, inicia-se o processo de acabamentos internos e externos. Como as paredes já vêm rebocadas e as instalações foram concluídas, os acabamentos consistem apenas nos encontros das paredes, que são feitos com massa de reboco na proporção de 1:5 (cimento e areia fina com 100 ml de *vedalite*). Para os acabamentos internos, uma equipe de pedreiros leva aproximadamente 1 dia para completar 2 traços, enquanto para os acabamentos externos, uma equipe composta por 2 pedreiros leva cerca de 1,5 dias para concluir 4 traços.

Tabela 3: Orçamento de montagem e acabamento dos encontros dos painéis.

	MATERIAL	UNID.	QUANTID.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	SOLDAS	KG	3	R\$ 33,00	R\$ 99,00
2	SOLDADOR	HORAS	8	R\$ 28,87	R\$ 230,96
3	MONTADOR	HORAS	16	R\$ 24,06	R\$ 384,96
4	HORAS DE MUNK	HORAS	9	R\$ 300,00	R\$ 2.700,00
5	FORMAS DE GRAUTES	CASA	1	R\$ 399,66	R\$ 399,66
6	CONCRETO DOS GRAUTES	CASA	1	R\$ 877,58	R\$ 877,58
7	ACABAMENTO SOBRE GRUATES INTERNO	CASA	1	R\$ 786,45	R\$ 786,45
8	ACABAMENTO SOBRE GRUATES EXTERNO	CASA	1	R\$ 2.090,57	R\$ 2.090,57
9	EXPANSOR: PAINEL/PISO	CASA	1	R\$ 256,35	R\$ 265,35
TOTAL					R\$ 7.834,53

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4: Resumo de dias e valores

	SERVIÇOS	DIAS	VALOR
1	FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS	1	R\$ 19.540,68
2	FUNDAÇÃO	6	R\$ 10.406,32
3	MONTAGEM E ACABAMENTO	12	R\$ 7.834,53
TOTAL			R\$ 37.779,53

Fonte: Dados da pesquisa.

Sistema de construção convencional de alvenaria.

O sistema construtivo convencional assim chamado por ser um dos sistemas mais utilizados no Brasil, que de acordo com o IBGE 88,6% dos domicílios brasileiros possuem paredes de tijolos cerâmicos ou concreto. A liderança desse sistema se dá por falta de informação, pela facilidade de aquisição dos materiais e pela pouca exigência de mão de obra muito qualificada, é considerada uma construção mais artesanal do que industrial e que foi passada de geração para geração.

Em acompanhamento da construção de uma casa em alvenaria convencional, no mesmo condomínio e mesmo padrão da casa em painéis pré-moldados, acompanhando todas as etapas como fundação, aterro, instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias como também o a construção das paredes em tijolos cerâmicos (19cmx14cmx9cm), para daí então fazermos levantamento de quantitativos in loco e fazer um orçamento baseado em consumos de materiais e mão de obra o mais próximo da realidade possível.

Na infraestrutura da unidade na fundação foram utilizados pilares com fundação de bloco

em concreto ciclópico, com concreto com fck de 25 Mpa para os pilares e 15 Mpa para os blocos e traço 1:2:3 e 1:3:3 respectivamente, feitos em betoneira no canteiro de obras e formas de madeira, vigas baldrame de acordo com projeto estrutural, (15cmx20cm) com concreto fck de 25 Mpa com traço 1:2:3, formas de madeira, impermeabilização das fundações, aterro apiloado mecanicamente com compactador tipo sapo, lastro de concreto espessura de 5 cm.

Na superestrutura iniciou-se a alvenaria de tijolos cerâmicos com traço definido pela construtora 1:6 feito em betoneira no canteiro de obras, com uma cinta de amarração no nível de portas e janelas, as instalações embutidas nas paredes, que para execução deste serviço se faz necessário fazer rasgos (quebrar) nas paredes gerando assim muita mão de obra e sujeira (entulho), logo após a execução das instalações foi executado o chapisco com traço 1:3 definido pela construtora feito em betoneira no canteiro de obras e após a cura do chapisco foi executado o reboco interno e externo em massa única com traço 1:6 feito em betoneira no canteiro de obras e definido pela construtora e logo após o reboco é feito o chumbamento das caixas e quadros elétricos.

Para estimar os custos desses serviços em alvenaria convencional, que são igualmente aplicáveis no sistema de construção com painéis pré-moldados, utilizamos os dados quantitativos obtidos no local de construção. A fonte de preços adotada foi a base do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), referente a setembro de 2023, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: orçamento da fundação, construção, instalações e acabamentos.

C	SERVIÇOS	FONTE	UNID.	QUANT	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	CONCRETO CICLÓPICO FCK= 15 MPA 30% DE PEDRA DE MÃO	SINAPI	M ³	2,12	R\$ 413,12	R\$ 875,81
2	ARMAÇÃO DE VIGAS BALDRAME AÇO CA 50 Ø8.0MM	SINAPI	Kg	116,39	R\$ 15,42	R\$ 1.794,73
3	ARMAÇÃO DOS PILARES AÇO CA 50 Ø 10MM	SINAPI	Kg	146,86	R\$ 12,16	R\$ 1.785,82
4	FORMAS COM T'BUAS DE PINOS	SINAPI	M ²	17,95	R\$ 86,35	R\$ 1.549,98
5	CONCRETO FCK 25 Mpa TRAÇO 1:2:3	SINAPI	M ³	3,53	R\$ 638,95	R\$ 2.255,49
6	BALDRAME DA CALÇADA COM BLOCO CERÂM. ESPESSURA DE 14 CM	SINAPI	M ²	17,95	R\$ 134,79	R\$ 2.419,48
7	IMPERMEABILIZAÇÃO DAS VIGAS COM EMULSÃO ASF.	SINAPI	M ²	29,35	R\$ 57,31	R\$ 1.682,05
8	ATERRO APILOADO EM CAMADAS COM COMPACTADOR SAPO	SINAPI	M ³	38,52	R\$ 107,68	R\$ 4.147,83
9	LASTRO DE CONCRETO ESPESSURA DE 5CM	SINAPI	M ²	77,19	R\$ 36,10	R\$ 2.786,5

							6
10	ALVENARIA DE VEDA. COM BLOCO CERAM. ESPESSURA DE 9 CM	SINAPI	M ²	195,73	R\$ 51,49	R\$ 10.078,14	
11	ELETRODUTO FLEXÍVEL INSTALADOS NA PAREDE DN 32 MM	SINAPI	M	25,00	R\$ 12,45	R\$ 311,25	
12	ELETRODUTO FLEXÍVEL INSTALADOS NA PAREDE DN 25 MM	SINAPI	M	125,00	R\$ 10,10	R\$ 1.262,50	
13	TUBO PVC SOLDÁVEL DN 25MM	SINAPI	M	18,00	R\$ 20,57	R\$ 370,26	
14	TUBO PVC SOLDÁVEL DN 32MM	SINAPI	M	17,00	R\$ 23,68	R\$ 402,56	
15	JOELHO 90 GRAUS PVC SOLDA. DN 25MM	SINAPI	UNID.	8,00	R\$ 7,57	R\$ 60,56	
16	TÊ PVC SOLDÁVEL DN 25MM	SINAPI	UNID.	6,00	R\$ 10,50	R\$ 63,00	
17	JOELHO 90 GRAUS PVC SOLDA. DN 32MM	SINAPI	UNID.	8,00	R\$ 10,67	R\$ 85,36	
18	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO	SINAPI	UNID.	10,00	R\$ 15,32	R\$ 153,20	
19	TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 40MM INCLUSIVE CONEXÕES	SINAPI	M	3,00	R\$ 35,24	R\$ 105,72	
20	TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 50MM INCLUSIVE CONEXÕES	SINAPI	M	15,00	R\$ 45,99	R\$ 689,85	
21	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA TRAÇO 1:3	SINAPI	M ²	391,47	R\$ 7,50	R\$ 2.936,03	
22	REBOCO INTERNO EM MASSA ÚNICA TRAÇO 1:5	SINAPI	M ²	143,05	R\$ 51,49	R\$ 7.365,64	
23	REBOCO EXTERNO EM MASSA ÚNICA TRAÇO 1:5	SINAPI	M ²	195,73	R\$ 51,49	R\$ 10.078,14	
TOTAL							R\$ 53.259,97

Fonte: Dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

O sistema de pré-fabricados de concreto, reconhecido pela sua capacidade de industrialização da produção, está ganhando crescente importância na construção civil. A perspectiva de encarar a indústria da construção como um processo industrial, com alta eficiência produtiva e processos simplificados, destaca-se nesse contexto. De acordo com Brumatti (2008), o sistema pré-fabricado tem o potencial de racionalizar, aumentar a produtividade e reduzir o desperdício, mantendo uma qualidade igual ou superior a outros métodos construtivos.

É relevante notar que, embora não sejam comuns no mercado local os painéis de concreto pré-moldados para residências unifamiliares, esses painéis são amplamente utilizados em estruturas de galpões comerciais e industriais. Alguns empreendimentos já adotam tecnologias semelhantes, como as paredes moldadas in loco, que compartilham semelhanças com os painéis

pré-moldados (BARBOSA, 2018).

Diante disso, é preciso destacar que o aprimoramento do processo de construção destaca-se pela otimização das formas, fabricadas em aço conforme dimensões definidas em projeto. Essa otimização permite modificações simples, facilitando a reutilização das formas sem prejudicar as peças. Além disso, a evolução das atividades dos operários, que executam tarefas específicas várias vezes ao dia, assemelha-se aos processos industriais, tornando-os cada vez mais qualificados (ARAÚJO, MENDES, MARTINS, 2018).

Ao abordar a interação solo-estrutura, um aspecto crucial na engenharia civil, é fundamental considerar o solo sobre o qual a fundação será construída. Colares (2006) destaca que a interação solo-estrutura se refere à influência mútua entre a superestrutura e o sistema de fundação. Essa consideração cuidadosa é essencial para garantir a durabilidade e a segurança da edificação ao longo do tempo.

No contexto de estudos sobre construções mais econômicas, o método pré-moldado surge como uma alternativa atrativa devido à praticidade na fabricação e à facilidade na instalação elétrica, hidráulica e sanitária durante a fabricação. A construção com pré-moldados oferece vantagens organizacionais, de limpeza e custos totais em relação a métodos tradicionais como alvenaria convencional (KROTH, 2012).

Apesar de ser considerado mais econômico, a construção com pré-moldados demanda um investimento inicial significativo devido à aquisição de formas, máquinas, equipamentos e treinamento da equipe. Para projetos de pequena escala, esse investimento pode inviabilizar a adoção desse sistema construtivo (RAFAELE et al., 2019).

Por outro lado, o sistema construtivo mais utilizado no Brasil, a alvenaria convencional, embora seja passado de geração para geração, apresenta baixa produtividade, alto índice de desperdício e impacto ambiental significativo. Sousa (2018) destaca que, apesar de suas vantagens, como facilidade de manuseio e utilização em reformas em espaços limitados, a alvenaria convencional onera os custos da construção.

Já a construção com blocos cerâmicos, embora seja o método mais comum no Brasil, apresenta diversos pontos negativos. Sousa (2018) ressalta que esse sistema, elaborado de forma rústica, não utiliza mão de obra qualificada, demanda quebra de paredes para instalações e não resiste a cargas verticais, necessitando de pilares e vigas. O alto desperdício de blocos, devido à quebra para amarrações, e a fragilidade do material contribuem para um impacto ambiental expressivo.

CONCLUSÃO

O presente estudo se propôs a realizar uma análise comparativa de custos entre o método construtivo convencional em alvenaria de tijolos cerâmicos e o inovador sistema de painéis pré-moldados. Ao longo da pesquisa, foram detalhadamente investigadas e comparadas as diferentes etapas de construção de uma residência unifamiliar, desde a fundação até os acabamentos finais, levando em consideração não apenas os custos diretos, mas também os indiretos e a eficiência produtiva.

Os resultados obtidos demonstram claramente a viabilidade e eficácia do sistema de painéis pré-moldados em termos de economia, eficiência e sustentabilidade na construção de residências unifamiliares. O método pré-moldado se destacou não apenas pela redução significativa nos custos de materiais, mas também pela diminuição considerável na mão de obra necessária, resultando em um processo mais rápido e eficiente.

Este estudo contribui significativamente para a literatura da construção civil ao oferecer uma análise detalhada e comparativa entre métodos construtivos tradicionais e inovadores. As informações coletadas e analisadas fornecem insights valiosos para pesquisadores, engenheiros e profissionais do setor, possibilitando uma compreensão mais aprofundada sobre as implicações financeiras e operacionais de diferentes técnicas construtivas.

Do ponto de vista prático, os resultados deste estudo oferecem orientações valiosas para construtoras e empreiteiras. A implementação do sistema de painéis pré-moldados pode resultar em economias substanciais, reduzindo os custos totais do projeto, além de proporcionar uma execução mais rápida da obra. Isso não apenas aumenta a eficiência operacional, mas também pode levar a preços mais acessíveis para os consumidores finais.

No contexto social, a adoção do sistema de painéis pré-moldados pode ter um impacto positivo significativo. A construção mais rápida e acessível de residências unifamiliares pode contribuir para a redução do déficit habitacional, proporcionando moradias dignas a um maior número de pessoas. Além disso, a diminuição do desperdício de materiais e a eficiência na utilização da mão de obra podem ajudar a reduzir os custos globais das construções, tornando a habitação mais acessível para diferentes camadas da sociedade.

É importante mencionar que este estudo teve suas limitações. As condições específicas do local da pesquisa, bem como as variações nos preços dos materiais ao longo do tempo e em diferentes regiões, podem afetar os resultados. Além disso, aspectos climáticos e sazonais também podem influenciar o processo de construção e, conseqüentemente, os custos envolvidos.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos semelhantes em diferentes contextos regionais e climáticos, a fim de avaliar a variabilidade dos custos em diversas condições. Além disso, investigações mais aprofundadas sobre a durabilidade, resistência e eficiência energética das construções pré-moldadas podem fornecer insights adicionais sobre os benefícios a longo prazo desse sistema construtivo.

Em suma, este estudo fornece uma visão abrangente das implicações financeiras e práticas dos métodos construtivos tradicionais e pré-moldados. A análise detalhada das etapas de construção e dos custos envolvidos destaca as vantagens econômicas e operacionais do sistema de painéis pré-moldados, reforçando sua posição como uma alternativa promissora e sustentável no cenário da construção civil.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação-Terminologia e requisitos.** Rio de Janeiro, 2017.

ARAÚJO, A. B. C.. **Estudo comparativo entre o sistema de vedação convencional de bloco cerâmico e alvenaria de bloco constituído por dupla placa cimentícia preenchida com EPS /** Ana Beatriz Carvalho Araújo. - São Luís, 2019. 136 f Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

5197

BOERIZ, Thiago Almeida; GONÇALES FILHO, Manoel, gestão da qualidade na prevenção dos desperdícios em canteiros de obras da construção civil. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 7, n. 3, p. 71-84, 2021.

CALDAS, L. R.; LIRA, MONTEIRO, J. S. M.; SPOSTO, R. M. Avaliação do ciclo de vida de habitações de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e painéis pré- moldados de concreto considerando diferentes zonas bioclimáticas. **Revista Latino- Americana em Avaliação do Ciclo de Vida.** 1 n. 1. 2017.

CASTRO, M. L. de; VON KRUGER, P. G. Unidades de seleção tecnológica e inovação na construção habitacional no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 3, p. 217-233, set. 2013.

DALPAZ, L.; MATHEUS, A.; GERALDI, S.; GHISI, E. Avaliação do Ciclo de Vida de diferentes envoltórias para habitações de interesse social em Florianópolis Life cycle assessment of different envelopes for affordable housing in Florianópolis, Brazil. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 4, p. 123-141, 2020.

EL DEBS, M. **Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações.** São Carlos: EESC-USP, 2000.

FIALHO, K. E. R. et al. Aspectos econômicos da construção civil no Brasil, v15.,2014, **Maceió. Anais do XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Maceió: Universidade Federal do Ceará, 2014. p. 1105-1115.

GISAH, A. P.; THOMPSON, R. V. **Comparativos de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado do empreendimento Piazza Maggiore**. Curitiba, PR. 2011 Universidade Federal do Paraná.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC) - 2019 - Cadastro Único (CadÚnico)** -. Elaboração: Fundação João Pinheiro (FJP), Diretoria de Estatística e Informações (Direi). 2019.

JANE, M.; SPINK, P.; HENRIQUE, M.; MARTINS, M.; LUZIA, S.; SILVA, A.; BORGES DA SILVA, S. O Direito à Moradia: Reflexões sobre Habitabilidade e Dignidade. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 40, p. e207501, 27 nov. 2020.

LACERDA, Benicio de Moraes; PEREIRA, Alex Gomes. Análise comparativa de sistema de alvenaria bloco cerâmico x bloco vazado de concreto. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 234-251, 2017.

LAVOCAT, E.; DE, G.; FLÁVIO, A. PICCHI, A.; DE ALMEIDA, G.; PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Ambiente Construído**, v. 18, n.1, p.91-109, mar. 2018.

LIMA, L. R. M.. **Análise comparativa de custos entre alvenaria estrutural utilizando blocos cerâmicos ou de concreto aplicado a um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário do Norte-UNINORTE. Manaus, 2018.

LIRA, Júlia et al. Avaliação do ciclo de vida de emissões de CO₂ e desempenho térmico de habitações: estudo de caso do sistema construtivo casa express na cidade de Teresina- PI.In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Entac, 2016, p. 2098-2110.

MARCOMINI. L. H B. et el. estudo comparativo de vedação entre uma parede utilizando o método lighth steel framing e a alvenaria convencional **Revista IberoAmericana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.9. n. 02. Fevereiro 2023.

NUNES, Jéssica Martins et al. O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e393997274- e393997274, 2020.

SILVA, Leandro Pereira da. **Análise comparativa entre alvenaria de bloco vazado de concreto simples e sistema drywall utilizados como parede divisórias**. Trabalho de conclusão de curso (monografia), bacharel em engenharia civil, Universidade Federal do Maranhão, 2021.

SOUZA, F. M. de; RUFINO, L. M. **Construção residencial unifamiliar em paredes de concreto pré-moldado: comparativo entre métodos tradicionais (alvenaria em bloco cerâmicos)**

e pré-moldado. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

SOUSA, R, A. **Análise comparativo entre métodos construtivos residenciais em alvenaria convencional em blocos cerâmicos e wood frame.** Trabalho de conclusão de curso de Engenharia civil. Centro Universitário de Formiga – UNIFOR/ MG

TAVARES, R. G.; GASPAR, G. A. M. G. **Estudo Analítico de custo entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e painel de gesso acartonado (drywall),** 2020. Fundação de ensino e pesquisa do sul de Minas, 16p. vi. 2017.

TECHIO, E. M.; GONÇALVES, J. P. COSTA, P. N. Social representation of sustainability in civil construction among college students. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 187–204, 2016.

TEIXEIRA, M. L. A. **O trabalho na construção, entre a pré-fabricação e a montagem.** 2021. 174 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia das Construções) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

VIEIRA, B. A.; NOGUEIRA, L. Vista da Construção civil: crescimento versus custos de produção civil | Sistemas & Gestão. **Revista Sistemas & Gestão - Universidade Federal Fluminense**, v. 13, n. 3, p. 1, 2018.

VESPASIANO, J. V. C. **Análise comparativa de custos de execução dos sistemas construtivos [manuscrito]: alvenaria convencional e concreto pré- fabricado** /Júlia Viviane Camêlo Vespasiano. Monografia da Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – 2019. 32 f.

5199

RAFAELA, A, R.; HERNANDES, B, L, N.; SCHIAV, L, F,D.; SANTOS, V, P.; AMARANTE, M, S. **Métodos construtivos em concreto pré-moldado.** **Revista Pesquisa e Ação** v5 n4: dezembro 2019.

ANTONIAZZI, J. P. **Interação solo-estrutura de edifícios com fundações superficiais.** Dissertação de mestrado Universidade Federal de Santa Maria. Programa de pós-graduação em engenharia civil e ambiental. Santa Maria RS 2011.

BARBOSA. R. S. **Comparção de custos entre a utilização de alvenaria de blocos cerâmicos e painéis pré-moldados de concreto para construção de unidades habitacionais unifamiliares.** Paraíba PB 2018 Universidade Federal da Paraíba.

BRUMATTI, D. O. **Uso de Pré-Moldado – Estudo e Viabilidade.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008

COLARES, J.C.A AOKI,N E ALBERTO, J. H. **Programa para análise da interação solo-estrutura no projeto de edifícios.** Dissertação de mestrado da EESC da USP. São Carlos, SP, 2006.

ARAÚJO, D; C. MENDES, J; A; N. MARTINS, R; Z. **Gestão de custos aplicada à industria de estruturas pré-moldadas utilizadas em construção civil de concimínios: estudo de caso.** **Revista H-Tec Humanidades e tecnologia**,v. 2 n.2 p. 6-167, jul./dez...,2018

KROTH, L; A. **Análise mecânica e química de placas pré-moldadas de concreto com adição de resíduos de borracha de pneus.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS 2012.