

COMPARAÇÃO DE CUSTOS E CRONOGRAMA ENTRE ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS E MOLDADAS IN LOCO EM OBRAS RESIDENCIAIS DE MÉDIO PORTE

Jhoyner Silveira (Unifacear) E-mail: jhoyner.ks@gmail.com

Mariane Conquista (Unifacear) E-mail: mariane victoria3@gmail.com

Vanessa Romanowski (Unifacear) E-mail: romanowskivanessa@gmail.com

Paulo Eduardo de Melo Paris (PUC PR) E-mail: paulomparis@gmail.com

Resumo: A inovação das tecnologias da construção civil fez com que os métodos construtivos se tornassem mais modernos e rápidos no decorrer do tempo. Dentre todos os avanços que ocorreram desde a segunda guerra mundial, o pré-fabricado foi um dos métodos construtivos que mais se destacou, porém, por se tratar de um método que exige mão de obra especializada e um maior controle de qualidade ainda há pouca utilização em obras de pequeno porte. O objeto deste estudo consiste em realizar a comparação entre o custo e tempo de execução entre a estrutura de uma obra residencial moldada in loco e pré-fabricada. Esta comparação foi realizada utilizando um projeto já executado de uma residência com estrutura em concreto armado moldado in loco, transformando-o em concreto pré-fabricado e analisado e comparado o orçamento e tempo de execução de ambas. Como resultado obteve-se um valor de orçamento aproximadamente 7% maior, porém um tempo cerca de 78% menor na estrutura pré-fabricada, mostrando um bom custo-benefício do sistema para obras de médio porte.

Palavras-chave: Concreto armado, Pré-fabricado, Tempo e custo de obras residenciais.

COMPARISON OF COSTS AND SCHEDULE BETWEEN PREFABRICATED AND CAST-IN-SITE STRUCTURES IN MEDIUM SIZE RESIDENTIAL PROJECTS

Abstract: The innovation of civil construction technologies has made construction methods more modern and faster over time. Among all the advances that have occurred since the Second World War, prefabrication was one of the construction methods that stood out the most, however, because it is a method that requires specialized labor and greater quality control, there is still little use in small works. The object of this study is to compare the cost and execution time between the structure of a residential work cast in loco and prefabricated. This comparison was carried out using an already executed project of a residence with a structure in reinforced concrete cast in loco, involving it in prefabricated concrete and analyzing and comparing the budget and execution time of both. As a result, an approximately 7% higher budget value was obtained, but a time of approximately 78% less in the prefabricated structure, showing a good cost-effectiveness of the system for medium-sized works.

Keywords: Reinforced concrete, Prefabricated, Time and cost of residential works.

1. Introdução

A história da construção civil, por muitas vezes, se confunde com a história da humanidade. Desde sempre, entende-se que aprimorar as técnicas construtivas trata-se de uma necessidade básica do ser humano. Na antiguidade, para que as grandes civilizações pudessem ser erguidas, e atualmente para atender as preocupações que antes não eram tão significativas na hora de construir, tais como: questões ambientais, orçamentárias e até mesmo limitações de espaço físico.

O concreto, que é o principal e mais utilizado método construtivo, tem seus primeiros registros de utilização na Roma Antiga, há cerca de 2000 anos, de uma forma mais arcaica da que conhecemos hoje: areia, cal, água e cascalhos. (SILVA, 2020).

Apesar das muitas melhorias que sofreu ao longo dos anos, a essência permaneceu a

mesma: cimento, água, agregados, e agora, o aço, segundo Mounir (2017). Ainda segundo o autor, apesar de ser muito utilizado e ter uma alta capacidade de adequação, o concreto armado limita-se um pouco quando o prazo é curto para realização da obra, principalmente quando se tem grandes obras. Uma técnica encontrada para solucionar esse problema foi a execução prévia das peças que compõe a estrutura e a isso dá-se o nome de elementos pré-moldados, ou pré-fabricados.

A popularização do uso do pré-fabricado na construção civil se dá em um momento hostil da história mundial. Após o fim da Segunda Guerra, em meio a um cenário de devastação, o continente europeu necessitava de uma rápida reconstrução em um curto espaço de tempo, para que suas cidades fossem reerguidas. Apesar desse método ser mais utilizado em grandes obras, e construções mais modulares, nada impede de ele ser levado em consideração em obras residenciais de médio e pequeno porte. (ORDONÉZ, 1974). Vale ressaltar que uma formatação correta é essencial para uma boa avaliação do seu artigo. Artigos fora da formatação serão excluídos do processo de avaliação.

Assim, o objetivo geral deste artigo consiste em comparar os custos e tempo de obra para a execução da superestrutura de uma residência de médio porte em concreto moldado in loco e pré-fabricado.

Para se chegar ao objetivo geral, serão adotados os seguintes objetivos específicos:

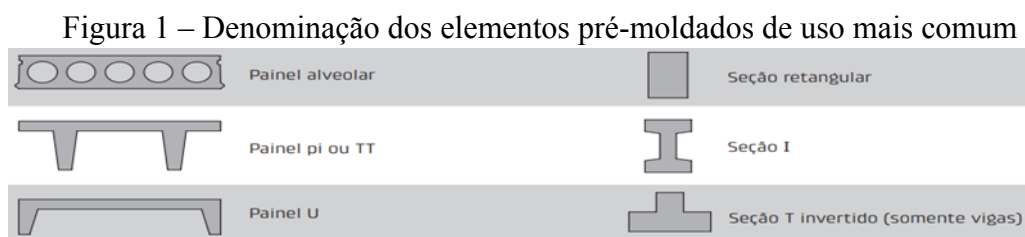
- Realizar o projeto estrutural em pré-fabricado da residência;
- Levantar o custo de obra de ambos os sistemas estruturais;
- Elaborar o cronograma de obra de ambos os sistemas estruturais;
- Comparar o custo e o tempo de execução das estruturas.

2. Sistemas e Elementos Estruturais

O conjunto de peças que compõem uma estrutura, podendo ter diferença em suas dimensões, é conhecido como elemento estrutural. Alguns exemplos são: as vigas, lajes e pilares, e o método como esse conjunto será distribuído é denominado sistema estrutural. Os três métodos mais utilizados dentro da construção civil no Brasil são: estruturas metálicas, concreto armado e madeira. Entre os métodos citados, o segundo método pode-se dividir em concreto moldado no local e pré-moldado, onde no primeiro caso, os elementos são concretados no local onde terá sua utilização, e no segundo caso, este elemento é concretado fora do seu local de utilização, sendo este em uma indústria de pré-fabricado ou em moldes no próprio canteiro de obra. (CARVALHO E FIGUEIREDO, 2014).

2.1. Concreto Pré-Fabricado

Segundo a NBR 9062 (ABNT, 2017) de Projeto e execução de estruturas de concreto pré-fabricado, define-se como elemento pré-fabricado, os elementos pré-moldados que são produzidos de maneira industrial, ou seja, em uma fábrica, para que sejam cumpridos os seguintes critérios: trabalhadores especializados e treinados para cumprir sua função, criterioso controle de qualidade das matérias primas que serão utilizadas na fabricação, inspeção de cada uma das etapas, utilização de equipamentos que auxiliem e qualifiquem o processo e cura com temperatura controlada. A figura 1 ilustra os elementos de uso mais comum no método descrito.



Fonte: Mounir Khalil, 2017.

2.2 Vantagens e Desvantagens do Pré-fabricado

Uma das principais vantagens do uso do pré-fabricado na construção civil é o tempo, cerca de 40% menor, segundo Mounir (2017). Por se tratar de um processo mecanizado, os processos são realizados em ambiente controlado, evitando atrasos que poderiam acontecer na moldagem in loco, como por exemplo, condições climáticas adversas. Outro ponto importante é a qualidade do produto pré-fabricado, que tende a ser superior, visto que na indústria há um maior controle de qualidade do que no canteiro de obras. (ALLEN; IANO, 2013).

Amorim e Alice (2017) dizem que em contrapartida, o pré-fabricado exige mão de obra especializada para sua execução de montagem das peças, não podendo ser realizada por pessoas sem a devida capacitação.

Além disso, pode haver uma maior dificuldade na logística das peças, da fábrica até o local da obra. Estes fatores acabam encarecendo este método construtivo. (MAYOR, 2012).

2.3 Concreto Moldado in loco

O concreto armado moldado in loco é executado no local da obra, não necessitando de uma unidade fabril para a fabricação das peças. Nesse método, as armaduras são posicionadas em uma forma, e o concreto é lançado, a fim de preencher a forma e envolver o aço. Após a cura desse elemento, retira-se a forma e tem-se uma peça de concreto armado. (BASTOS, 2019). A figura 2 apresenta exemplos de elementos de concreto armado in loco.

Figura 2: Elementos de viga, pilar e laje em concreto armado realizado in loco



Fonte: Portal Virtuhab - UFSC, 2017.

2.4 Vantagens e Desvantagens do Concreto Moldado in loco

Diferente do pré-fabricado, que funciona melhor para obras modulares, o concreto armado moldado in loco permite diversas variações na geometria do projeto, possibilitando um leque maior de opções arquitetônicas. Outro fator importante, é o fato desse método construtivo ser o mais utilizado hoje no Brasil, o que, conseqüentemente, acaba otimizando o processo, visto que há bastante mão de obra qualificada e grande diversificação de materiais comercializados. (COSTA, 2013).

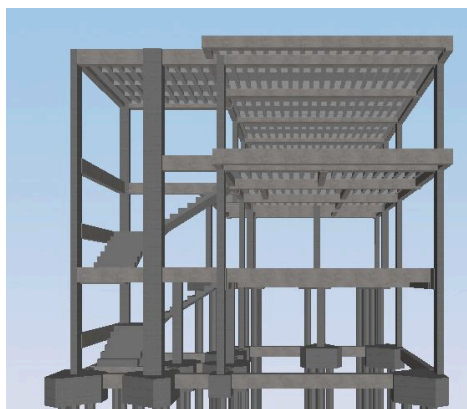
Porém, por se tratar de um processo ainda muito artesanal, há um maior desperdício de materiais devido a erros de orçamento e retrabalhos. O tempo acaba sendo também um

fator negativo, levando em consideração que o concreto precisa atingir sua resistência para que ocorra a desforma dos elementos estruturais e a retirada dos escoramentos. (AMORIM; ALICE, 2017).

3. Metodologia

O presente artigo foi desenvolvido em etapas metodológicas baseadas nos objetivos. Na primeira etapa, foi definido o projeto para análise: uma edificação residencial, localizada em Almirante Tamandaré/PR, com uma área de aproximadamente 235 m², contendo três pavimentos, que possui projeto estrutural em concreto armado moldado in loco, onde uma imagem da modelagem pode ser observada na figura 3.

Figura 3 – Modelo 3d da estrutura em concreto moldado in loco



Fonte: Os autores.

Com base nesse projeto, foram levantadas as quantidades de concreto e aço de cada elemento (volume e peso, respectivamente) para ser realizado o orçamento da estrutura e seu cronograma da obra.

Posteriormente, foi realizada a adaptação do projeto original para pré-fabricado, a fim de realizar o orçamento e cronograma desta nova estrutura para posterior comparação de resultados.

Apenas fazem parte do escopo do trabalho a análise da superestrutura e seu BDI, ou seja, não são analisadas a fundação da obra, sendo blocos, vigas baldrame e muros de contenções, assim como cobertura, acabamentos, paisagismo e demais instalações prediais.

3.1 Orçamentação e cronograma da estrutura in loco

Para o orçamento in loco, foi realizada a relação de todo o material utilizado para a estrutura de concreto armado, como concreto, aço e fôrmas (madeira serrada com fator de 4 utilizações para pilares, vigas e escadas, e chapa de madeira compensada resinada e com escoramento metálico locado para as lajes), e posteriormente, realizado o levantamento de custo de execução da obra com base na Planilha SINAPI.

Para a obtenção de um resultado mais eficiente na comparação de custos, foi utilizando a fórmula de custo de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), foi calculado os custos indiretos para o projeto in loco, conforme equação 01.

$$BDI = \left(\frac{1 + AC + CF + IP}{1 - T - L} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde AC é a Administração Central (4%), CF é o Custo Financeiro (2%), IP são os Imprevistos e Perdas (2%), T são os Tributos (12%) e L é o Lucro (10%).

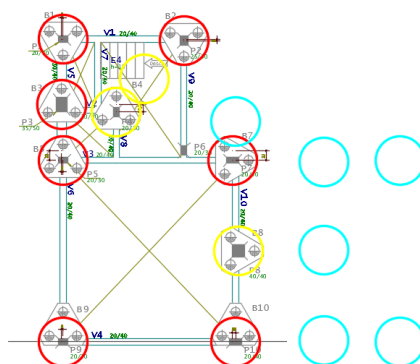
Com isso o índice encontrado de Benefícios e Despesas Indiretas foi uma taxa de 39,23% acrescido do valor bruto materiais e mão-de-obra para a execução da obra.

Já para a realização do cronograma as horas trabalhadas foram calculadas com base no índice hora/homem da também da planilha SINAPI, levando em consideração uma equipe de três pessoas e uma jornada de trabalho de oito horas ao dia e cinco vezes na semana.

3.2 Estudo preliminar das peças pré-fabricadas

Para um estudo e lançamento preliminar das peças foi utilizado o AutoCAD, que em primeiro momento permite visualizar a obra e entender melhor as suas características. Os pilares, representados por círculos coloridos, foram diferenciados e agrupados (por cor) de acordo com suas alturas. Os círculos são lançados em todas as plantas da obra, para que seja verificado se há interferência desse elemento em algum pavimento. Na figura 4 tem-se um exemplo desse lançamento no pavimento subsolo.

Figura 4: Exemplo do lançamento preliminar dos pilares no subsolo



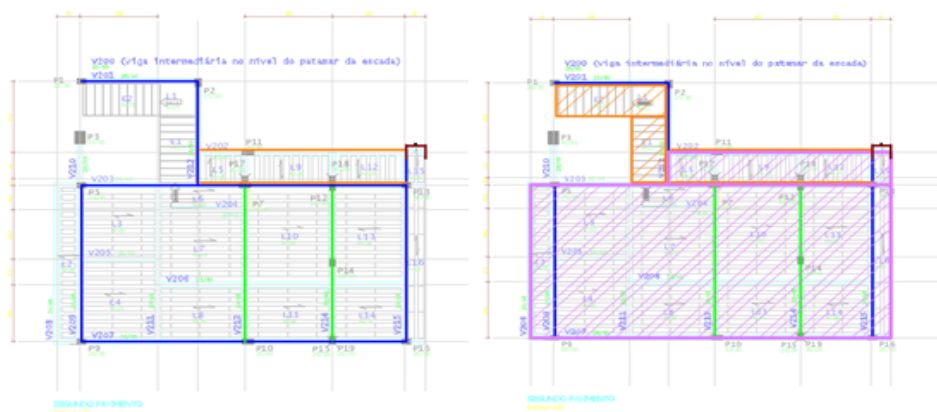
Fonte: Os autores.

Posteriormente foram lançadas as vigas, seguindo o mesmo método citado anteriormente, e foram lançadas de acordo com suas características e utilização, conforme visto na FIGURA 4. Foram utilizadas algumas vigas de transição para diminuir quantidade de pilares.

Para as vigas, foram utilizadas linhas coloridas agrupadas da seguinte forma:

- Azuis: vigas utilizadas para fechamento e para apoio de lajes em balanço;
- Verdes: vigas de seção “T”, utilizadas onde há apoio de duas lajes;
- Vermelhas: vigas de seção “L”, para apoio de apenas uma laje.

Figura 5: Exemplo de lançamento preliminar das vigas no pavimento e lançamento preliminar das lajes e escadas no pavimento.



Fonte: Os autores.

Após as vigas, foram colocadas na planta as lajes e as escadas. As lajes são representadas por hachuras, identificadas em roxo, tendo sua delimitação respeitando o projeto original, assim como as escadas, que estão representadas com hachuras alaranjadas. Com isso, já se tem uma noção da área total de lajes que há no projeto, e uma estimativa do volume de escada.

Como já citado, o AutoCAD foi a ferramenta utilizada nesse lançamento preliminar, porém, apesar de auxiliar no lançamento de peças e entendimento da obra, ele não se mostra eficaz quando é preciso, por exemplo, do volume unitário ou total de peças. Para isso, posteriormente, já com os elementos calculados e seções corretas, a obra foi lançada no Revit, e esse retornou os volumes das peças, que é a informação necessária para a orçamentação do pré-fabricado juntamente com a taxa de armadura.

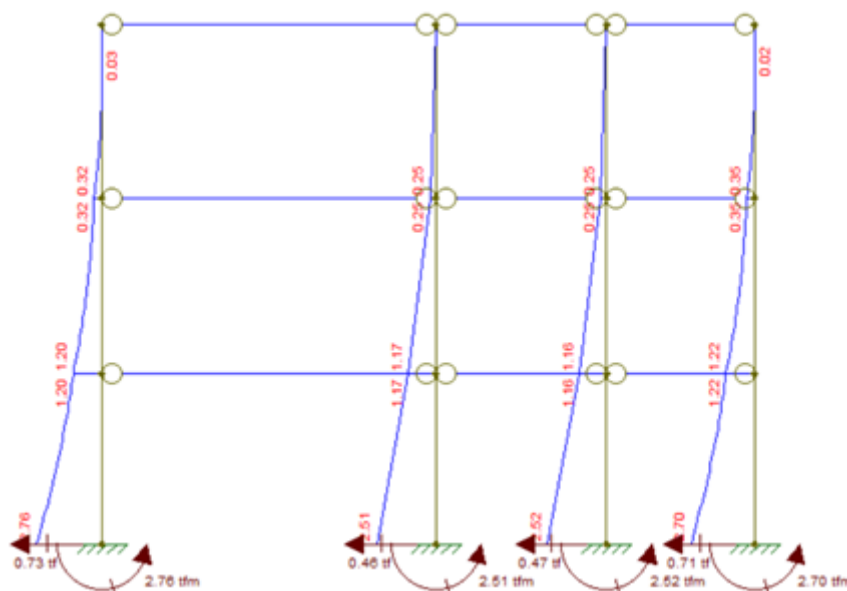
3.3 Cálculo das peças pré-fabricadas

Para o cálculo e verificação das seções do pré-fabricado foram utilizados os softwares Ftool e PCalc.

3.3.1 Pilares

Para o dimensionamento dos pilares, primeiro foram determinados dois pórticos na planta, um no sentido horizontal, e outro no sentido vertical, para a verificação do pior caso. Estes foram modelados no Ftool para que pudessem ser retirados seus momentos máximos no topo e na base. Os pilares são lançados considerando a altura do tramo, ou seja, não é considerado o embutimento do pilar, além disso são considerados engastados na base, e travados no topo pelas lajes e vigas da cobertura, sendo consideradas como rotuladas no software. Deve-se especificar os materiais e seções no Ftool (estimadas, num primeiro momento). a figura 6 mostra o exemplo de um pórtico lançado, com seu respectivo momento resultante.

Figura 6: Exemplo do lançamento preliminar das vigas no pavimento



Fonte: Os autores.

O próximo passo foi verificar esse pilar no PCalc, para isso, além do momento resultante precisou-se encontrar as sobrecargas permanentes, geradas pelos pesos próprios das estruturas que apoiam no pilar, e acidentais seguindo a NBR 6120

(ABNT,1980).

3.3.2 Vigas

Para o dimensionamento das vigas, foi analisada a altura do pé direito da edificação, para não a comprometer foram utilizadas vigas de, no máximo, 40 centímetros de altura.

Para encontrar o momento máximo das vigas, utilizou-se a Equação 2:

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{8} \quad (2)$$

Onde q é a carga, e l é o comprimento do vão.

Já para encontrar a cortante máxima foi utilizada a Equação 3:

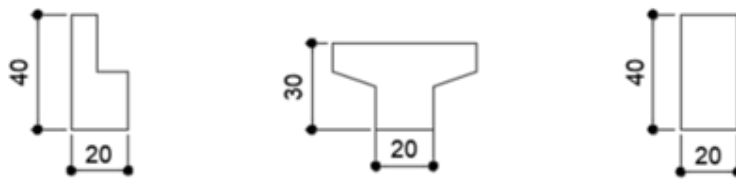
$$V_{max} = \frac{q \cdot l}{2} \quad (3)$$

Para se encontrar as cargas, foi considerado o peso próprio dos elementos, áreas de influência das lajes e sobrecarga acidental, seguindo a NBR 6120 (ABNT, 2019).

Utilizou-se os piores casos para cada uma das vigas, ou seja, a viga mais carregada para cada seção e o maior comprimento, e esta foi replicada para as demais.

Após se encontrar o momento e a cortante máximos, fez-se a verificação da armadura das vigas, seguindo a NBR 6118 (ABNT, 2014). As seções adotadas para a obra estão descritas na figura 7.

Figura 7: Seções utilizadas na obra



Fonte: Os autores.

3.3.3 Lajes

Para a verificação da laje, foi feito o processo semelhante à das vigas. Encontrou-se o momento máximo e a cortante das lajes, conforme exibido na Figura 8, e solicitado o catálogo da empresa prestadora da cotação as resistências da laje alveolar protendida, ilustrado no Quadro 3. Foi considerado o vão de cada peça, por 1 metro de largura.

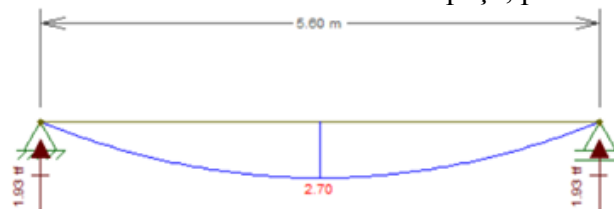


Figura 8: Momento e reações de apoio atuantes na laje do estudo

LAJE LP15	CAPA 5cm / fck=30MPa	
CORDOALHAS	Mmáx	Vmáx
9 x 9,5mm	6.490	6.000
7 x 9,5mm	5.180	5.254

Quadro 3: Resistência da laje alveolar

Fonte: Autores (2023)

Logo, comparando-se os resultados solicitantes com os resistentes da laje alveolar, constatou-se que pode ser utilizada a laje com o menor número de cordoalhas, ou seja, 7 cabos de 9,5 mm.

3.3.4 Escadas

Para as escadas, foi utilizado o dimensionamento da estrutura in loco, retirando-se os volumes e a taxa de armadura detalhados no projeto estrutural da obra.

3.3.5 Modelagem no Revit

Após encontrar as seções, a obra foi lançada no Revit para retirar os volumes para a realização do orçamento. A FIGURA 8 mostra a modelagem da estrutura pré-fabricado no software.

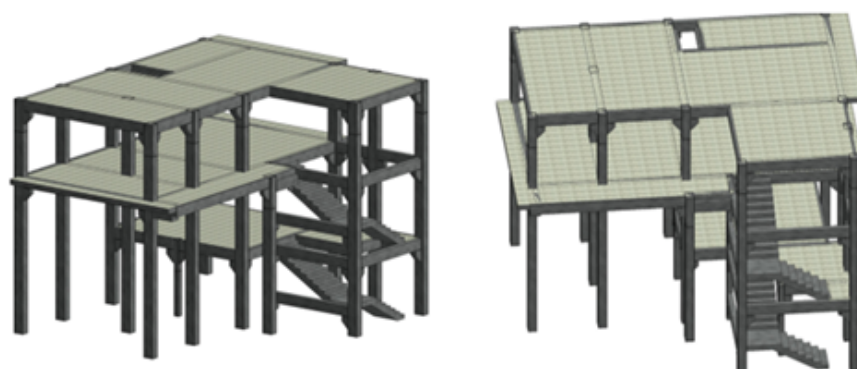


Figura 8: Obra lançada em pré-fabricados no REVIT

3.3.6 Cotação do pré-fabricado

Com as quantidades de aço encontradas e os volumes de concreto das peças pré-fabricadas, extraídos do Revit, foram realizados o orçamento e o cronograma de obra levando em consideração o banco de dados de preços e prazos da empresa CASSOL PRÉ-FABRICADOS, localizada em Araucária-PR.

4. Resultados e discussões

4.1 Custo e cronograma da estrutura moldada in loco

Para a elaboração do custo da estrutura in loco foram analisados concreto e aço, sendo obtido os valores apresentados no TABELA 1, com quantitativo de concreto, aço e a relação de aço por metro cúbico de concreto. As lajes resultaram em uma área de 190,79 m² com um volume de concreto de 28,62 m³, 105,89 m² de tela de aço nervurada e 86,81 metros de treliça nervurada.

Tabela 1 – VOLUMES E TAXAS DE ARMADURA *IN LOCO*

PEÇA	CONCRETO	AÇO	TAXA DE AÇO
Pilares	21,58 m ³	1791,41 kg	83,01 kg/m ³
Vigas	8,70 m ³	1371,39 kg	157,63 kg/m ³
Escadas	3,12 m ³	233,39 kg	74,80 kg/m ³

Fonte: Autores (2023)

Obtendo o quantitativo de materiais, foram aplicados os valores da tabela SINAPI, para se obter o custo total da estrutura, incluindo além dos materiais já levantados, a mão de obra e madeira para as fôrmas. Após, utilizando as fórmulas de custo BDI com valor de venda, foi obtido os seguintes valores apresentados na TABELA 2.

Tabela 2 – Orçamento para construção da tipologia in loco

CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 42.205,02
PILARES E VIGAS	R\$ 84.598,94
LAJES	R\$ 37.600,51
ESCADAS	R\$ 8.756,88
TOTAL	R\$ 173.161,35

IMPOSTOS	12%	R\$ 21.523,96
LUCRO	10%	R\$ 17.316,14
CUSTOS INDIRETOS		R\$ 32.000,00
ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	4%	R\$ 9.760,06
CUSTO FINANCEIRO	2%	R\$ 4.880,03
IMPREVISTOS E PERDAS	2%	R\$ 4.880,03

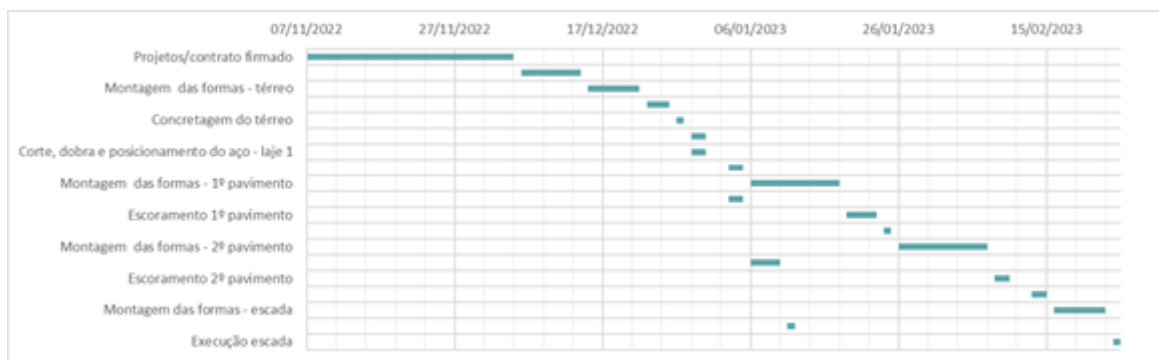
CUSTO TOTAL + BDI	R\$ 289.649,96
--------------------------	-----------------------

Fonte: Autores (2023)

O cronograma da estrutura in loco foi baseado nas horas trabalhadas oriundas do orçamento in loco, utilizando os índices da tabela SINAPI de produtividade, utilizando a ferramenta de gráfico de Gantt para apresentação dos resultados.

A partir dos cálculos obteve-se 110 dias corridos e 78 dias úteis. Em seguida, no QUADRO 5 é exibido o início e término de cada atividade.

Quadro 5 – Cronograma estrutura in loco



Quadro 4 – Volumes e taxas de armadura

Descrição	Quantidade (un)	Comprimento máximo (m)	Comprimento total (m)	Volume total (m³)	Taxa de armadura (kg/m³)
VIGA 01 - L 20X40	15	5,74	42,59	3,8	160
VIGA 02 - R 20X40	27	5,59	100,91	10,32	160
VIGA 03 - T 20X30	6	5,59	21,55	4,15	180

Descrição	Quantidade (un)	Volume total (m³)	Taxa de armadura (kg/m³)
PILAR 20X20X411 cm	2	0,33	160
PILAR 20X20X715 cm	1	0,29	160
PILAR 30X40X715 cm	1	0,86	170
PILAR 30X40X1005 cm	5	6,03	180
PILAR 30X40X1005 cm	7	8,44	180
BRAÇO DE PILAR	-	0,45	200

Descrição	Nº Cabos	Ø Cabos	Área (m²)
LP15 SC:300 LMÁX=5,6 m	7	9,5 mm	209,27

Descrição	Volume total (m³)
Escada	4,14

Fonte: Autores (2023)

O orçamento da estrutura pré-fabricada, com base no quantitativo de concreto e aço apresentou um valor de R\$ 311.508,06 (trezentos e onze mil, quinhentos e oito reais e seis centavos). O valor é referente à fabricação, transporte até o local da obra e montagem da estrutura.

O cronograma da estrutura pré-moldada foi baseado nos índices de produtividade da própria empresa, e é demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6 – Cronograma estrutura pré-fabricada

CRONOGRAMA	DIAS	INÍCIO	FINAL	nov-22	dez-22	jan-23
Responsabilidades do cliente		16/11/2022	13/01/2023	[Barra]		
Assinar Proposta Consolidada e Docs Bancários	3	16/11/2022	19/11/2022	[Barra]		
Assinar Minuta Contratual	7	19/11/2022	26/11/2022	[Barra]		
Pagar o Sinal de Negócio	2	27/11/2022	29/11/2022	[Barra]		
Aprovar Projeto de Montagem	3	04/12/2022	07/12/2022	[Barra]		
Entregar todos os Inserts na fábrica	2	13/12/2022	15/12/2022	[Barra]		
Liberar acessos para descarga e montagem das obras	2	17/12/2022	19/12/2022	[Barra]		
Pré-Fabricados Cassol		30/11/2022	11/01/2023	[Barra]		
Desenvolver Projeto de Montagem (IMPLANTAÇÃO)	7	30/11/2022	07/12/2022	[Barra]		
Detalhar Projeto Executivo (PROJETO)	18	08/12/2022	26/12/2022	[Barra]		
Fabricar as Peças de Concreto (PRODUÇÃO)	12	15/12/2022	26/12/2022	[Barra]		
Montar as Peças de Concreto (MONTAGEM)	11	24/12/2022	04/01/2023	[Barra]		
Entrega de Obra		24/12/2022	31/12/2022	[Barra]		
Entrega do Pré-Fabricado Cassol	12	31/12/2022	11/01/2023	[Barra]		
Entrega Final	7	06/01/2023	13/01/2023	[Barra]		
PRÉ-FABRICADO MONTADO EM DIAS CORRIDOS	51	16/11/2022	04/01/2023	[Barra]		
PRAZO DA OBRA ENTREGUE EM DIAS CORRIDOS	60	16/11/2022	13/01/2023	[Barra]		

Fonte: Autores (2023)

Logo, o prazo final para a entrega da obra aconteceria em 21 dias úteis.

4.3 Comparativo entre os métodos construtivos

Com todos os dados levantados, como o orçamento da estrutura in loco e pré-fabricada e os cronogramas das duas estruturas finalizados, foi possível realizar uma comparação

de preço e tempo entre ambos os métodos construtivos, obtendo os valores da tabela 3.

Tabela 3 – comparação dos métodos construtivos

TIPO DE CONSTRUÇÃO	VALOR DE CUSTO	TEMPO DE EXECUÇÃO
In Loco	R\$ 289.649,96	78 dias úteis
Pré-Fabricado	R\$ 311.508,06	21 dias úteis
DIFERENÇA (R\$)	R\$ 21.858,10	57 dias úteis
DIFERENÇA (%)	+7,02%	-73,07%

Fonte: autores, 2022.

Essa diferença se dá, devido a montagem da estrutura pré-fabricada corresponder a aproximadamente 26% do valor total da obra. Na montagem estão inclusos os valores referentes à logística, equipamentos e gastos com a equipe. Por se tratar se um método que exige mão de obra especializada e grandes equipamentos para içamento das peças e montagem, tem-se um valor relativamente alto nessa etapa da obra. Em contrapartida, obtém elementos, que conseqüentemente, torna a estrutura mais segura e durável, visto que as peças passam por testes de qualidade na fábrica, e sendo garantido o fck de 40 MPa.

5. Conclusão

Através das análises realizadas com base nos resultados obtidos, é observado que o orçamento da estrutura realizada in loco apresentou um custo 7,02% menor que o pré-fabricado, porém, analisando-se o tempo de execução de cada sistema construtivo, foi constatado que o pré-fabricado é 73,01% mais célere. Além da entrega da obra com uma maior antecedência, há uma garantia de qualidade devido ao seu processo industrializado, e um processo de montagem limpo e sem desperdícios de materiais.

Então, conclui-se que apesar da estrutura pré-fabricada ser mais cara, essa diferença é revertida em lucro por tempo, pois, caso essa obra seja utilizada para fins de venda, o retorno do investimento ocorrerá antecipadamente utilizando-se o pré-fabricado em detrimento do método in loco.

Referências

- ALLEN, Edward; IANO, Joseph. *Fundamentos da engenharia de edificações: materiais e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 995 p.
- ALVES, Anderson et al. *Construções habitacionais pré-fabricadas*. 2019. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Unifaat, Atibaia, 2019.
- ANZOLIN, Sabrina; BEVILACQUA, Tainara. *Estudo de caso: “uma análise técnica x financeira entre estruturas pré-fabricadas e executadas in loco em concreto armado”*. 2019. 105 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado*. 3 ed. Rio de Janeiro, ABNT 2017. 86 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6120:1980. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações*. Rio de Janeiro, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto Procedimento*. 3 ed. Rio de Janeiro, ABNT 2014. 236 p.
- AVILA, A. V. *Planejamento Capítulo 5: O Diagrama de barras*. Apoio Didático. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- BASTOS, P. *Fundamentos do Concreto Protendido*, Universidade Estadual Paulista, UNESP, 2019.
- CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. *Cálculo e detalhamento de estruturas de Concreto*

Armado Segundo a NBR 6118:2014. 4. ed. São Carlos: Edufscar, 2014.

COSTA, Michelle Cristina de Freitas. *A Industrialização da Construção Habitacional Através do Sistema Construtivo Paredes de Concreto Fabricadas In Loco*. 2013. 77p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais Belo horizonte, Belo Horizonte.

LIMA, Rondinely Francisco de. *Técnicas. Métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame*. 2013. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais Belo horizonte, Belo Horizonte.

MAYOR, Wagner Rocha. *Sistema Construtivo Modular*. 2012. 105p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais Belo horizonte, Belo Horizonte.

MOUNIR KHALIL, *Concreto pré-moldado: Fundamentos e aplicações*. 2. ed. -- São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ORDÓNEZ, J. A. F. et al. *Pre-fabricacion: teoria y práctica*. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, 1974.

PORTAL VIRTUHAB, *Estrutura de concreto armado*. Disponível em: <<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/estrutura-de-concreto-armado/>>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

SILVA, Diêgo Raffael Fernandes da. TELES, Euzébio Cardoso. BARROS, Enicléia Nunes de Sousa. *Patologias em estruturas de concreto armado em ambiente industrial*. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, 6, pp. 14-41.

TELES, Alice Amorim. *Estudo comparativo entre métodos construtivos de concreto moldado in loco e concreto pré-fabricado, por meio da plataforma BIM*. 2017. 48 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2017b.