

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIEL LUCAS MATOS LOPES  
GEORGES HENRIQUE ELIAS HAJJAR**

**PRÉ MOLDADO DE CONCRETO – UM ESTUDO SOBRE  
ESTE MÉTODO CONSTRUTIVO**

**ANÁPOLIS / GO**

**2022**

**GABRIEL LUCAS MATOS LOPES**  
**GEORGES HENRIQUE ELIAS HAJJAR**

**PRÉ MOLDADO DE CONCRETO – UM ESTUDO SOBRE  
ESTE MÉTODO CONSTRUTIVO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: ROGÉRIO SANTOS CARDOSO**

**ANÁPOLIS / GO: 2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

LOPES, Gabriel Lucas Matos; HAJJAR, Georges Henrique Elias.

Pré-moldado de concreto – Um estudo sobre este método construtivo.

64P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2022).

TCC - UniEVANGÉLICA  
Curso de Engenharia Civil.

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Industrialização | 2. Concreto pré-moldado |
| 3. In loco          | 4. Canteiro de obras    |
| I. ENC/UNI          | II. Bacharel            |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LOPES, Gabriel Lucas Matos; HAJJAR, Georges Henrique Elias. Pré-moldado de concreto – Um estudo sobre este método construtivo. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 64p. 2022.

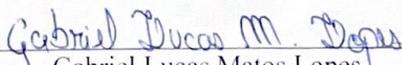
## CESSÃO DE DIREITOS

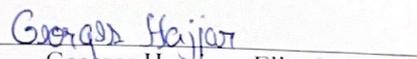
NOME DO AUTOR: Gabriel Lucas Matos Lopes  
Georges Henrique Elias Hajjar

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Pré-moldado de concreto – Um estudo sobre este método construtivo.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2022

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

  
Gabriel Lucas Matos Lopes  
E-mail: gabriellucasecivil@gmail.com

  
Georges Henrique Elias Hajjar  
E-mail: georgeshehajjar@hotmail.com

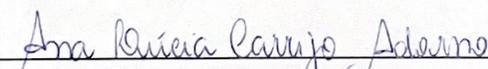
**GABRIEL LUCAS MATOS LOPES**  
**GEORGES HENRIQUE ELIAS HAJJAR**

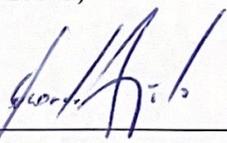
**PRÉ-MOLDADO DE CONCRETO – UM ESTUDO SOBRE  
ESTE MÉTODO CONSTRUTIVO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:

  
\_\_\_\_\_  
**ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UniEVANGÉLICA)**  
(ORIENTADOR)

  
\_\_\_\_\_  
**ANA LÚCIA CARRIJO ADORNO, Doutora (UniEVANGÉLICA)**  
(EXAMINADOR INTERNO)

  
\_\_\_\_\_  
**EDUARDO DOURADO ARGOLO, Mestre (UniEVANGÉLICA)**  
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 01 de junho 2022.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hipódromo da Gávea.....	20
Figura 2 - Estrutura em Esqueleto.....	23
Figura 3 - Ligação cálice.....	26
Figura 4 - Ligação chapa de base.....	27
Figura 5 - Emenda com bainha.....	27
Figura 6 - Emenda de armadura saliente.....	28
Figura 7 - Pilar de pórtico.....	29
Figura 8 - Pilar para ponte rolante.....	29
Figura 9 - Pilar para multipavimento.....	30
Figura 10 - Treliça para laje.....	32
Figura 11 - Laje treliçada com EPS.....	32
Figura 12 - Alvéolos longitudinais.....	33
Figura 13 - Escada pré-moldada.....	34
Figura 14 - Escada pré-moldada em uma única peça.....	34
Figura 15 - Içamento de escada pré-moldada.....	35
Figura 16 - Modelo de forma para escada pré-moldada.....	35
Figura 17 - Escada jacaré.....	36
Figura 18 - Alvenaria Convencional.....	38
Figura 19 - Alvenaria Estrutural.....	39
Figura 20 - Paredes de Concreto.....	40
Figura 21 - Esquema estrutural do prédio.....	41
Figura 22 - Subsolo do prédio.....	42
Figura 23 - Canteiro de obras - execução de escoramento de vigas.....	43
Figura 24 - Canteiro de obras – execução de escoramento para vigas.....	43
Figura 25 - Canteiro de obras – formas de pilares e escoramento de vigas.....	44
Figura 26 - Canteiro de obras – formas de pilares e escoramento de vigas.....	44
Figura 27 - Projeto de armação da laje do pavimento superior.....	46
Figura 28 - Armação de ferragem de laje do pavimento superior.....	46
Figura 29 - Prédio na fase de acabamento.....	47
Figura 30 - Corte AA.....	47
Figura 31 - Corte BB.....	48
Figura 32 - Montagem da estrutura com uso de máquinas.....	49

Figura 33 - Içamento da estrutura pré-moldada.....	50
Figura 34 - Planta de forma de lajes pavimento superior .....	51
Figura 35 - Execução da obra em pré-moldado.....	52
Figura 36 - Execução de alvenaria convencional .....	53
Figura 37 - Execução de alvenaria convencional interna .....	53
Figura 38 - Estrutura da obra finalizada .....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação do pré-moldado .....	22
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Orçamento geral da obra moldada in loco em 2012.....	55
Tabela 2 - Orçamento geral da obra pré-moldada em 2012 .....	56
Tabela 3 - Orçamento atualizado de custo da obra moldada in loco.....	57
Tabela 4 - Orçamento atualizado de custo da obra pré-moldada. ....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo de tempo de execução .....	59
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABCIC	Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto
AGEH	Agência Goiana de Habitação
BNH	Banco Nacional de Habitação
CPM	Concreto pré-moldado
EPS	Poliestireno expandido (isopor)
FIB	Internacional Federation for Structural Concrete

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS .....	17
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
1.3 METODOLOGIA .....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
<b>2 CONCRETO PRÉ-MOLDADO.....</b>	<b>19</b>
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO .....	19
2.2 DEFINIÇÃO E USO.....	21
2.3 CLASSIFICAÇÃO .....	21
2.4 TIPOS DE PEÇAS.....	22
2.5 DIFERENÇA ENTRE PRÉ-MOLDADO E PRÉ-FABRICADO .....	23
2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO PRÉ-MOLDADO .....	24
2.7 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS .....	25
<b>2.7.1 Fundação .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.2 Ligações entre pilar e fundação .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.3 Pilares .....</b>	<b>28</b>
2.7.3.1 Principais tipos de pilar pré-moldado .....	28
<b>2.7.4 Vigas .....</b>	<b>30</b>
2.7.4.1 Principais tipos de vigas pré-moldadas.....	30
<b>2.7.5 Lajes.....</b>	<b>31</b>
2.7.5.1 Principais tipos de lajes pré-moldadas.....	31
<b>2.7.6 Escadas .....</b>	<b>33</b>
2.7.6.1 Escadas em peças grandes .....	34
2.7.6.2 Escadas em vários elementos.....	36
2.7.6.2.1 <i>Escada jacaré.....</i>	<i>36</i>
2.8 ALVENARIA CONVENCIONAL X ALVENARIA ESTRUTURAL .....	37
2.9 PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO .....	39
<b>3 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>41</b>
3.1 CONSTRUÇÃO MOLDADA IN LOCO .....	41
3.2 CONSTRUÇÃO EM PRÉ-MOLDADO .....	47

3.3	COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE PRÉ-MOLDADO E MOLDADO IN LOCO	54
3.4	COMPARATIVO DE TEMPO DE EXECUÇÃO ENTRE PRÉ-MOLDADO E MOLDADO IN LOCO.....	58
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>60</b>
4.1	PROPOSTAS PARA FUTUROS ESTUDOS .....	61

## 1 INTRODUÇÃO

No âmbito do cenário atual, as práticas na construção civil tiveram que passar por algumas transformações que foram imprescindíveis, como a industrialização do processo construtivo, que ao correr do tempo exigiu mais precisão em menos tempo, isso sem abrir mão dos padrões e normas exigidos em um canteiro de obras, forçando profissionais a buscarem soluções para tal questão (THÓRUS, Sd).

Apesar da situação descrita acima, a construção civil é considerada uma indústria menos desenvolvida em comparação com outras. A razão pela qual se acredita é baseada em fatos apresentando a produtividade geralmente baixa, grande desperdício de materiais, lentidão e baixo controle de qualidade. Uma maneira de reduzir esse atraso é a técnica relacionada ao uso de elementos pré-fabricados em concreto (DEBS, 2017). Desse modo, partes da construção seriam feitas em melhores condições que as do local e depois montadas, aumentando a velocidade do processo construtivo.

Um grande exemplo de pré-fabricado existente no país é o aeromóvel em Porto Alegre - RS, que é um sistema de transporte ligando o aeroporto da cidade ao metrô. “O modal foi construído sobre uma via pública de grande movimento. Dessa forma, a construção precisava ter o menor impacto possível sobre o fluxo de veículos e pedestres” (FEMAC, Sd), com isso a melhor solução foi utilizar estruturas pré-fabricadas, que diminuiu o tempo e a duração da intervenção.

As características do concreto pré-moldado (CPM), possibilitam bastantes benefícios, além da agilidade, tais como: melhor controle dos componentes pré-moldados e redução do desperdício de materia prima na construção, que é bastante comum no método tradicional (DEBS, 2017).

### 1.1 JUSTIFICATIVA

A construção civil brasileira sofre com um grave problema de produtividade, necessitando dar mais agilidade ao processo, com custos previsíveis, sem comprometer a qualidade e a sustentabilidade, portanto dentro da realidade brasileira ainda é um grande desafio. Para superar essa dificuldade, nos últimos anos algumas práticas foram adotadas, como a racionalização de processos e a mecanização das atividades no canteiro de obras. Com essa ideia, o pré-moldado é uma solução de grande aposta, sendo um processo eficiente que elimina etapas construtivas e minimiza a interferência entre processos.

A seguinte pesquisa visa estudar o processo construtivo pré-moldado e verificar a eficiência desta solução implantada no mercado. Seu uso já é consolidado sendo destaques em obras de grandes portes, como edifícios e escolas. Contudo, é cada vez mais comum a utilização destes em projetos menores, como casas e pequenos escritórios. O grande fator da utilização de pré-moldados é o processo construtivo rápido e de pouco desperdício.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho visa apresentar o processo construtivo pré-moldado e verificar se é uma solução implantada com eficiência no mercado.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar o modelo construtivo, destacando suas etapas;
- Apresentar vantagens e desvantagens do modelo construtivo;
- Mostrar o desenvolvimento da industrialização do processo construtivo;
- Análise orçamentária comparativa entre projetos;
- Análise do tempo de execução comparativa entre projetos.

## 1.3 METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando-se artigos científicos, normas técnicas, livros e sites referentes ao assunto. Contando com uma análise de projetos, tendo como finalidade verificar as particularidades e as principais características que envolvem o mesmo. Explicar de uma forma sucinta o método e suas particularidades.

O estudo de caso feito em uma obra de pré-moldado, localizada em Anápolis, descrevendo o método construtivo, destacando os benefícios e limitações gerais.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho consiste em quatro capítulos, sendo o primeiro uma apresentação da introdução, os objetivos e as razões que levaram a realização do mesmo.

A fim de estudar o pré-moldado, o segundo capítulo fala sobre a sua história, o seu uso, a classificação, sua utilização e os principais elementos do método construtivo.

O terceiro capítulo trata-se de uma explicação do estudo de caso, mostrando as etapas construtivas, projetos, orçamentos, benefícios e delimitações como um todo.

As conclusões finais e expectativas futuras são indicadas no capítulo quatro.

## 2 CONCRETO PRÉ-MOLDADO

### 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

A disseminação do uso de pré-moldados destacou-se na Europa, no século XX, com o fim da Segunda Guerra Mundial. Devido à grande destruição causada, buscando uma solução para a reconstrução das cidades destruídas e a falta de mão de obra existente naquele tempo, os profissionais da área (engenheiro e arquitetos) passaram a necessitar e desenvolver soluções construtivas mais rápidas e com o custo reduzido. De acordo com Incobraz (2021), uma das soluções encontradas foi a pré-moldagem das peças de concreto.

Segundo Salas (1988 *apud* SERRA, FERREIRA E PIGOZZO 2005, p.4) divide-se a utilização de concreto pré-fabricado em três períodos:

De 1950 a 1970 – Com a devastação pós Segunda Guerra Mundial a necessidade de reconstrução urgente de edificações industriais, habitacionais, de moradia e hospitais teve início a construção de pré-fabricados de ciclo fechado, onde procurou seguir conceitos adotados em setores da indústria, buscando a repetição e produção em série dos elementos pré-fabricados. As construções eram uniformes e possuíam rigidez na sua arquitetura sem flexibilidade.

De 1970 a 1980 – Esse período foi marcado por diversos acidentes em construções que utilizavam grandes painéis pré-fabricados, os acidentes provocaram uma rejeição social a esse método de ciclo fechado. Ocorreu uma grande revisão nos conceitos de utilização dos métodos construtivos de grandes elementos pré-fabricados, tendo início a queda do sistema construtivo de ciclo fechado.

Pós 1980 – Ocorreu a consolidação da construção de pré-fabricados de ciclo aberto. Esse novo sistema tem como finalidade a criação de técnicas, tecnologias e processos de fabricação flexíveis. Várias empresas participam de um projeto de padronização dos elementos pré-fabricados, garantindo que elementos de fabricantes distintos sejam compatíveis.

No Brasil, o primeiro relato de uma grande edificação com componentes pré-fabricados foi a execução do Hipódromo da Gávea (Figura 1), em 1926, no Rio de Janeiro- RJ, utilizaram a técnica para execução das estacas da fundação e das cercas do perímetro reservado ao local (PRÉ-FABRICAR, Sd).

**Figura 1- Hipódromo da Gávea.**



Fonte: LUIZ LAGES, Sd.

Na chegada do pré-moldado no Brasil o BNH (Banco Nacional de Habitação) desestimulou o seu uso em construções habitacionais, com o intuito de valorizar a mão de obra não qualificada já existente em canteiros de obra no Brasil. Já os empresários brasileiros enxergavam potencial no método, tendo um deslumbre de que seria uma tendência no futuro. Somente após metade dos anos 70 o BNH reestruturou suas diretrizes para o setor da construção civil, passando então a estimular, ainda que timidamente, a introdução de novas tecnologias, entre elas as de pré-fabricação (PRÉ-FABRICAR, Sd).

Em 2001 foi criada a ABCIC (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto), que foi responsável por mudar paradigmas no setor da construção civil. Ao trazer para o país modelos de controles de qualidade praticados pela FIB (International Federation for Structural Concrete) a associação chancelou a tecnologia de pré-fabricados e pré-moldados de concreto e concedeu credibilidade aos sistemas construtivos com essas características (CIMENTO ITAMBÉ, 2021).

A criação da ABCIC mostrou a união do setor e a iniciativa das indústrias de pré-fabricação de concreto para colocar em discussão as pautas mais importantes para o desenvolvimento do sistema construtivo que ela representa no país, como a padronização e a qualidade. Desse modo, a organização marcou uma nova trajetória para a construção industrializada de concreto no Brasil, porque a entidade passou a atuar em todos os contextos que viabilizam o desenvolvimento global da cadeia produtiva (CIMENTO ITAMBÉ, 2021).

## 2.2 DEFINIÇÃO E USO

A construção civil brasileira sofre com um grave problema de produtividade. Construir mais em menor tempo, com custos previsíveis, sem comprometer a qualidade e a sustentabilidade ainda é um desafio gigante (SIENGE, 2018).

Para superar essa dificuldade, nos últimos anos, algumas práticas foram adotadas, como a racionalização de processos e a mecanização das atividades no canteiro, mas transformar definitivamente uma realidade marcada por desperdícios, "retrabalhos" e falta de controles só é possível com a industrialização. Esse é o caminho a ser trilhado se quisermos atingir patamares de produtividade equiparáveis aos países mais desenvolvidos (SIENGE, 2018).

A estrutura denominada de concreto pré-moldado refere-se à peça (pilares, vigas e lajes) na qual é moldada antes de seu posicionamento final, feita no canteiro de obras (in loco) ou fora dele. Essa decisão de produzi-las na própria obra depende das características específicas de cada projeto. São produtos muito viáveis e excelentes opções do ponto de vista econômico, desde que tenha um estudo criterioso, destacando os custos que envolvem tempo de execução, transporte, dimensões das peças e qualidade de acabamento. Podendo trazer muitos benefícios durante o processo construtivo, como custos acessíveis, redução de prazo, maior durabilidade e qualidade (EDIFICAR, 2016)

Atualmente, existe uma variedade de produtos para atender a diferentes segmentos. Além de pilares, vigas e lajes, o mercado disponibiliza paredes autoportantes, sistemas de fundação e de cobertura pré-fabricados de concreto. Há uma capacidade de fabricação de peças de variados tipos, até mesmo curvas. Em obras de infraestrutura rodoviária, os pré-fabricados encontram aplicação importante na estrutura de pontes e viadutos. No entanto, seu uso em projetos menores (como casas, escritórios e edifícios pequenos) está se tornando cada vez mais comum (EDIFICAR, 2016; TECNOSIL, 2020; SIENGE, 2020).

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO

A classificação dos elementos pré-moldados pode ser feita através da sua função estrutural, processo de execução e seção transversal, apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 - Classificação do pré-moldado**

<b>Local de produção</b>	Fábrica	Canteiro de obra
<b>Categoria de peso</b>	Pesado	Leve
<b>Desempenho pela aparência</b>	Concepção normal	Concepção arquitetônica
<b>Seção</b>	Completa	Parcial

Fonte: BRUMATTI (2008 p. 18.)

A pré-fabricação de fábrica é aquela executada fora do canteiro de obras. De acordo com a norma NBR9062 (ABNT, 2017), este tipo de produto pré-fabricado pode ou não atingir o nível de pré-fabricado pois precisa ter os requisitos necessários. A capacidade de produção da fábrica e a produtividade do processo dependendo principalmente do investimento em gabaritos e equipamentos podem variar de tamanho, sendo este último tendendo a ser maior. Neste caso, o transporte da fábrica até o canteiro de obras deve ser considerado sob a ótica dos custos da atividade e observância dos modelos de transporte e meios de transporte (BRUMATTI, 2018).

## 2.4 TIPOS DE PEÇAS

Na indústria de pré-moldados há diversos sistemas e soluções técnicas para a construção porém todos eles fazem partes de um número limitado de sistemas estruturais básicos. Os principais segundo Van Acker (2002, p.11) são:

- a. Estruturas aporticadas, consistindo em pilares e vigas de fechamento, que são utilizadas para construções industriais, armazéns, construções comerciais, etc.
- b. Estruturas em esqueleto, consistindo em pilares, vigas e lajes, para edificações de alturas médias e baixas, e com um número pequeno de paredes de contraventamento para estruturas altas. As estruturas em esqueletos são utilizadas principalmente para construções de escritórios, escolas, hospitais, estacionamentos etc.
- c. Estruturas em painéis estruturais, consistindo em componentes de painéis portantes verticais e de painéis de lajes, as quais são usadas extensivamente para a construção de casas e apartamentos, hotéis, escolas etc.
- d. Estruturas para pisos, consistindo em vários tipos de elementos de laje montados para formar uma estrutura do piso capaz de distribuir a carga concentrada e transferir as forças horizontais para os sistemas de contraventamento. Os pisos

pré-moldados são muito usados em conjunto com todos os tipos de sistemas construtivos e materiais.

- e. Sistemas para fachadas, consistindo de painéis maciços ou painéis sanduíche, com ou sem função estrutural. Apresentam-se em todos os tipos de formato e execuções, desde o simples fechamento até os mais requintados painéis em concreto arquitetônico para escritórios e fachadas importantes.
- f. Sistemas celulares, consistindo de células de concreto pré-moldado e, algumas vezes, utilizados para blocos de banheiros, cozinhas, garagens etc.

A maioria desses sistemas pode ser combinado numa mesma construção. A Figura 2 apresenta uma estrutura em esqueleto.

**Figura 2 - Estrutura em Esqueleto**



Fonte: CONSTRUTORA ESTILO, Sd.

## 2.5 DIFERENÇA ENTRE PRÉ-MOLDADO E PRÉ-FABRICADO

Embora ambos tenham várias características semelhantes, não são iguais. O pré-fabricado de concreto está sujeito a controles mais rígidos, como análises laboratoriais, controle e até mesmo a verificação do transporte e montagem. Essas peças também são marcadas com sua data de fabricação. Após sua produção, as peças pré-fabricadas são inspecionadas individualmente ou em lotes por profissionais de empresas de construção, ou órgãos de fiscalização, que devem garantir se foram produzidas de acordo com duas normas: NBR 14.931 (ABNT, 2004) - Execução de Estruturas de Concreto - Procedimentos e NBR 12.655 (ABNT,

2022) - Concreto de Cimento Portland - Preparação, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento (EDIFICAR, 2016).

No entanto, o concreto pré-moldado possui outras características. Como o próprio nome sugere, a estrutura pré-moldada é produzida a partir de moldes que recebem o concreto usinado. Após curado em uma área controlada, são criadas peças específicas que irão fazer parte da obra. Além disso, pode ser feito no local da edificação e os materiais verificados por profissionais da empresa ou instituições do empreendimento, com a responsabilidade de garantir o cumprimento da norma da ABNT, que se refere ao concreto pré-moldado. Ou seja, sua maior diferença está no local de fabricação, onde o pré-moldado pode ser feito no canteiro e o pré-fabricado não (EDIFICAR, 2016; CASSOL, 2018; MANTURI, 2021).

## 2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO PRÉ-MOLDADO

As principais vantagens na utilização do pré-moldado, segundo Schroden (2019, p.4) são:

**Controle de qualidade:** Todas as peças são fabricadas em locais adequados, planos, seguros e de fácil acesso. Tendo uma inspeção rígida de profissionais qualificados.

**Tempo:** A otimização do tempo e agilidade na construção, em edifícios tradicionais, ao contrário do uso de peças pré-fabricadas, a fabricação de concreto exige muita mão de obra. Como as peças são fabricadas em um local separado e não têm nada a ver com o cronograma de trabalho, isso permite que você construa com flexibilidade. A estrutura pode ser feita trabalhando na fundação. Como vigas e pilares, por exemplo, será utilizado na estrutura do primeiro e segundo andares de um edifício. Apenas certifique-se de armazenar essas peças corretamente antes de usar.

**Custo:** Economizar trabalho, uma das vantagens mais interessantes é a vantagem de custo das peças pré-fabricadas. Como a montagem é rápida e terceirizada, o uso desse método de construção pode economizar tempo e, assim, obter benefícios financeiros.

**Sustentabilidade** Os recursos usados para preparar as pré-formas têm pouco impacto no meio ambiente, pois são matérias-primas naturais encontradas em grande quantidade. Além disso, a redução do desperdício de obra, a reciclagem e o reaproveitamento de estruturas moldadas também as tornam uma solução mais sustentável.

**Durabilidade:** O concreto pré-moldado é um material que pode durar muitos anos. Devido ao seu processo de produção mais cuidadoso, a qualidade do produto final é superior. Outro fator a considerar é a sua resistência, porque geralmente é melhor do que o concreto usinado. A estabilidade desse concreto reduz a manutenção e a manutenção necessária, e elimina a necessidade de tratamento químico para evitar sua deterioração.

**A organização do canteiro de obras:** Após um período de engenharia civil está relacionado à bagunça. A estrutura pré-fabricada desempenhou um grande papel na organização do canteiro de obras. Uma vez que a estrutura está pronta, não há necessidade de especificar onde colocar o concreto. Além disso, não há necessidade

de guardar os materiais que utiliza, como areia, cascalho, cimento e água. Crie mais espaço, menos sujeira, evite o acúmulo desnecessário de lixo e melhore a qualidade do ambiente de trabalho.

Já as principais desvantagens no método, segundo Schrodin (2019, p.5) estão presentes nos seguintes tópicos:

**Mão de obra qualificada:** Um dos maiores desafios da utilização de pré-fabricados é a demanda por mão de obra qualificada. Portanto, considerando que o sistema está tendo uma demanda no país nos dias atuais, é normal haver escassez de profissionais em algumas áreas.

**Limitações de construção:** Em edifícios tradicionais, os clientes são livres para modelar o projeto à sua maneira. No entanto, para pré-fabricados, a empresa tem muitas opções de modulação em seu portfólio de produtos. Portanto, os clientes devem verificar se o modelo de fábrica proposto atende às suas necessidades.

**Limitações das mudanças futuras:** Não é fácil mudar o layout das obras tradicionais. Nos projetos pré-fabricados, as futuras renovações ou ampliações tornam-se mais complicadas. Portanto, quaisquer possíveis alterações devem ser planejadas desde o início dos trabalhos para evitar complicações.

**Disponibilidade:** A implantação deste método construtivo ainda está entrando no mercado brasileiro, portanto é necessário analisar sua disponibilidade na região. Se não houver empresa próxima para prestar este serviço, a indisponibilidade de logística de transporte inviabilizará economicamente o projeto.

**Investimento inicial:** Em edifícios convencionais, os custos serão incorridos à medida que a obra avança. Portanto, é até possível interrompê-lo para continuar no futuro. Por outro lado, a estrutura pré-moldada requer um alto investimento inicial para a fabricação das peças. O fato pode ser um grande ponto negativo inicialmente. No entanto, isso evita a possibilidade de surpresas financeiras desagradáveis durante o processo de construção.

## 2.7 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

### 2.7.1 Fundação

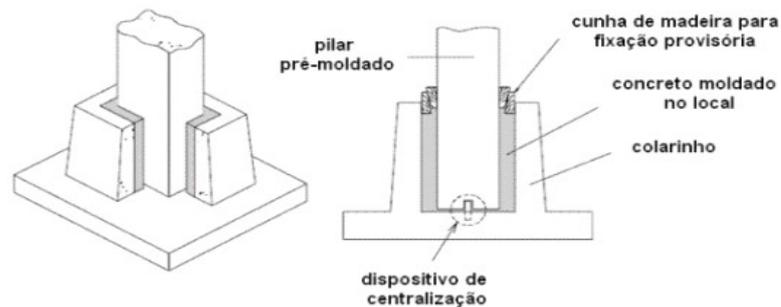
As fundações que recebem as peças pré-moldadas são diferentes do modelo estrutural tradicional. No modelo tradicional, a estrutura é moldada de uma forma que os pilares têm sua base engastada no bloco de fundação, composto por uma estrutura travada e rígida, isso não acontece quando se utiliza pré-moldado. A base depende do projeto, o pilar será recebido posteriormente (SENDEN, 2015). Um exemplo comum de fundação de pré-moldados são as estacas, que consiste em um elemento de fundação profunda, feito por maquinário e ferramentas, podendo ser perfuradas ou cravas, sendo caracterizada por serem compridas e ter seções transversais pequenas (PEREIRA, 2021).

### 2.7.2 Ligações entre pilar e fundação

Um dos principais problemas do emprego da pré-moldagem é a ligação entre pilar e fundação, que segundo Senden (2015) há quatro tipos de ligações:

- **Cálice** (Figura 3): “A ligação pilar × fundação por meio de cálice corresponde no embutimento de um trecho do pilar (comprimento de embutimento) em uma cavidade do elemento de fundação”, após esse procedimento, os vazios entre o pilar e o cálice são preenchidos com concreto ou graute *in loco* (MONTEIRO, 2011).

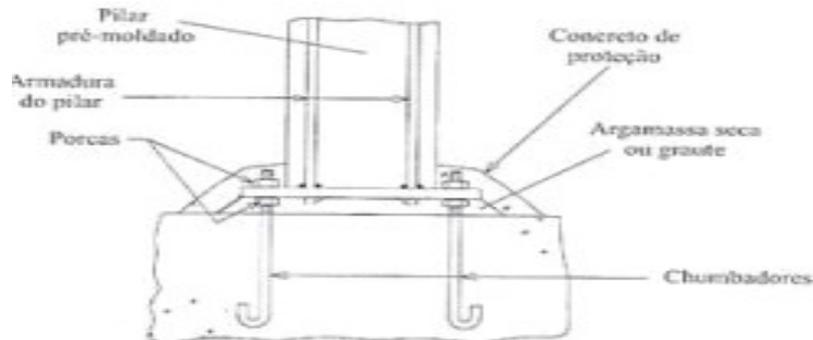
Figura 3 - Ligação cálice



Fonte: MONTEIRO, 2011.

- **Chapa de base** (Figura 4): “essa ligação se faz por meio de chapa unida a armadura principal do pilar através de chumbadores, seu nivelamento e prumo são regulados por meio de porca e contra porca”, os vazios entre o pilar e a chapa são preenchidos com argamassa ou graute (SENDEN, 2015).

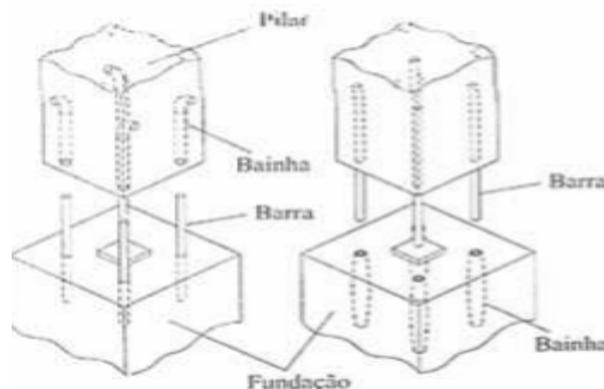
Figura 4- Ligação chapa de base



Fonte: SENDEN, 2015.

- **Emenda com bainha e graute:** consiste em deixar para fora da barra da armadura da fundação ou pilar, ficando como espera. Na hora da montagem essa espera é introduzida em bainha previamente colocada no elemento adjacente (Figura 5) e os vazios entre os elementos são preenchidos com graute (SENDEN, 2015).

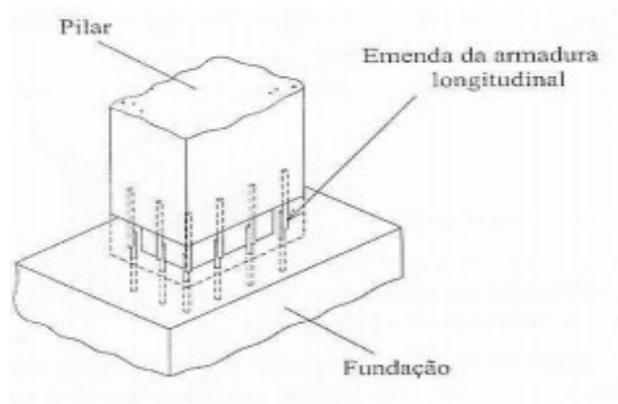
Figura 5- Emenda com bainha



Fonte: SENDEN, 2015.

- **Emenda de armadura saliente e concretagem posterior:** “esse tipo de ligação consiste na projeção para fora da barra da armadura do pilar e da fundação, tanto o pilar quanto a fundação ficam com esperas” (Figura 6). A ligação é fixada com solda ou acopladores (SENDEN, 2015).

**Figura 6- Emenda de armadura saliente**



Fonte: SENDEN, 2015.

### 2.7.3 Pilares

Pilares de concreto são elementos estruturais que resistem à tração, compressão, transporte, manuseio, armazenamento, deformação e moldagem. Pela sua versatilidade, é a principal escolha estrutural para utilização em edifícios, independentemente de serem construídos com painéis planos ou estruturas metálicas. Os pilares são pré-fabricados em diversas formas, podendo ainda possuir tubos para drenagem ou consoles para suporte de vigas, todos de acordo com a necessidade de cada projeto. Pilares pré-moldados apresentam grandes vantagens na economia do concreto, podendo proporcionar velocidade de construção e menor preço devido à escala de produção. Dessa forma, pode se tornar a base para um cronograma de projeto de curto prazo, podendo economizar mão de obra e com a limpeza do canteiro de obras, ajudando assim a economia (CONCRELAJE, 2016).

#### 2.7.3.1 Principais tipos de pilar pré-moldado

- **Pilar de pórtico:** é usado para apoiar a viga do telhado no edifício. Independentemente do material utilizado, pode suportar a carga imposta à viga pela placa ou ladrilho cerâmico. Os pilares pórticos (Figura 7) são mais adequados para projetos com grandes espaços que não sejam perturbados por paredes, como galpões, coberturas metálicas, shoppings e estacionamentos.

Suportam a pressão gerada pelas lajes e telhas, apoiando as vigas de cobertura e deixando espaço para o movimento livre (C2I, 2021; CONCRELAJE, 2016).

**Figura 7- Pilar de pórtico**



Fonte: CONCRELAJE, 2016.

- **Pilar para ponte rolante:** esses pilares (Figura 8) são projetados e dimensionados para suportar as vigas de metal que apoiarão a ponte rolante. Neste modelo de coluna pré-fabricada existem duas variantes: uma é dedicada a suportar vigas e a outra suporta vigas de telhado, além de vigas de guindaste. Portanto, este tipo de pré-fabricado normalmente é usado nas construções de armazéns comerciais (C2I, 2021; CONCRELAJE, 2016).

**Figura 8- Pilar para ponte rolante**



Fonte: CONCRELAJE, 2016

- **Pilar para multipavimento:** são usados em edificações com vários pavimentos, conectando as vigas aos pilares através de ligações articuladas. Tem formato retangular, conforme a Figura 9 (C2I, 2021; CONCRELAJE, 2016).

**Figura 9- Pilar para multipavimento**



Fonte: CONCRELAJE, 2016.

## 2.7.4 Vigas

As vigas tem o objetivo principal de transferir cargas da cobertura e laje para os pilares. São elementos construtivos feitos previamente, fora do local final. As vigas pré-moldadas são normalmente utilizadas em pontes e viadutos, edifícios, armazéns comerciais e outros edifícios, para reduzir o tempo e os custos através de processos de construção simplificados. Devido à superação de vãos de diferentes tamanhos, a tendência dessas peças possibilita atender a diferentes projetos. Outra vantagem é que, com a utilização de materiais mais resistentes, o consumo de concreto e aço é reduzido (ARTECIL, 2019; CASSOL, 2018).

### 2.7.4.1 Principais tipos de vigas pré-moldadas

Existem alguns tipos de vigas pré-moldadas, todas com finalidades específicas. Os principais tipos segundo Cassol (2018) são:

- **Viga “I”:** são feitas de concreto protendido, usadas para apoiar pontes rolantes, lajes, paredes de alvenaria ou pré-moldados e usadas como vigas fechadas de grande vão;
- **Viga “T”:** As vigas com seção em "T" podem ser feitas de concreto protendido ou armado, utilizadas principalmente para apoiar a laje;
- **Viga baldrame:** Esta peça é utilizada como suporte para paredes de alvenaria ou pré-fabricadas. As vigas do tipo baldrame oferecem a possibilidade de serem moldadas no local ou moldes pré-fabricados.

## 2.7.5 Lajes

As lajes pré-fabricadas são elementos estruturais produzidos através de um processo industrial, com montagem unidimensional, compostas por vigas de concreto e elementos que as conectam. Essas vigas e elementos de ligação podem ser de múltiplos materiais, suportando carga e direcionando para as vigas e colunas (FIDELI, 2021).

### 2.7.5.1 Principais tipos de lajes pré-moldadas

Existem diferentes tipos de lajes pré-moldadas, a melhor escolha varia de acordo com a necessidade e projeto do engenheiro. Os principais tipos são:

- **Lajes com treliças e lajotas:** São pequenas vigas de concreto armado (Figura 10), que serve de suporte para a treliça e pode ser revestido com materiais como concreto ou cerâmica. O sistema deve ser equipado com uma cobertura de concreto conectando as peças utilizadas. São painéis pré-fabricados universais e podem ser usados independentemente do tamanho (PRADO, Sd).

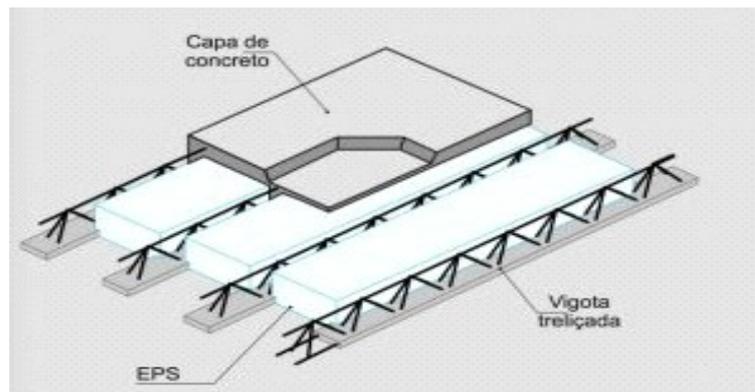
**Figura 10 - Treliça para laje**



Fonte: COUTO, 2019.

- **Lajes treliçada com EPS:** A tecnologia usada inclui estruturas feitas de vigotas de concreto e ferragens para fornecer suporte para conexões de isopor (Figura 11). Depois que a estrutura de suporte é preparada, a placa de poliestireno (isopor), que forma a parte inferior, é instalada e o espaço entre as lajes e a cobertura deve ser preenchido com concreto, formando uma camada (AXIAL 2017).

**Figura 11 - Laje treliçada com EPS**



Fonte: AXIAL, 2017.

- **Lajes Alveolares:** São comumente usados em shoppings, supermercados, escolas ou estacionamentos, lugares que requerem grandes vãos. É uma espécie de cobertura feita de painéis de concreto com alvéolos longitudinais (Figura 12), que

possuem dimensões pré-definidas em projeto e não requerem sustentação (VOTORANTIM, 2013).

**Figura 12- Alvéolos longitudinais.**



Fonte: VOTORANTIM, 2013.

### **2.7.6 Escadas**

As escadas são parte importante dos edifícios e seu objetivo é permitir que os humanos possam ter acesso de um andar a outro. Devido a todas as dificuldades causadas pelas formas geométricas irregulares, a escada precisa ser executada no local por um tempo considerável. De forma a minimizar os incômodos causados pela moldagem de escadas no local, como alternativa, existem escadas pré-fabricadas, como apresentado na Figura 13. (PRO, 2021; BRUMATTI, 2018).

No entanto, as vantagens deste componente têm se refletido em outros sistemas construtivos e mesmo que o piso seja moldado em uma posição adequada, ainda é uma solução a ser considerada. Sua principal vantagem é que, após ser montada, o acesso ao andar superior já é liberado, ou seja, não exigem tempo para sua utilização (BRUMATTI, 2018).

**Figura 13 - Escada pré-moldada**



Fonte: STAIR, 2019.

#### 2.7.6.1 Escadas em peças grandes

Escadas em peças grandes são compostas por um único elemento (Figura 14), permitindo sua montagem de forma segura e rápida. É um elemento que é apoiado diretamente em lajes ou vigas, podendo ter ou não patamar incorporado. Sua grande desvantagem é o peso, que impossibilita o transporte manual, impondo o uso de maquinário de içamento (Figura 15), com isso o custo final aumenta (PRO, 2021; BRUMATTI, 2018).

**Figura 14 - Escada pré-moldada em uma única peça**



Fonte: BRUMATTI, 2018.

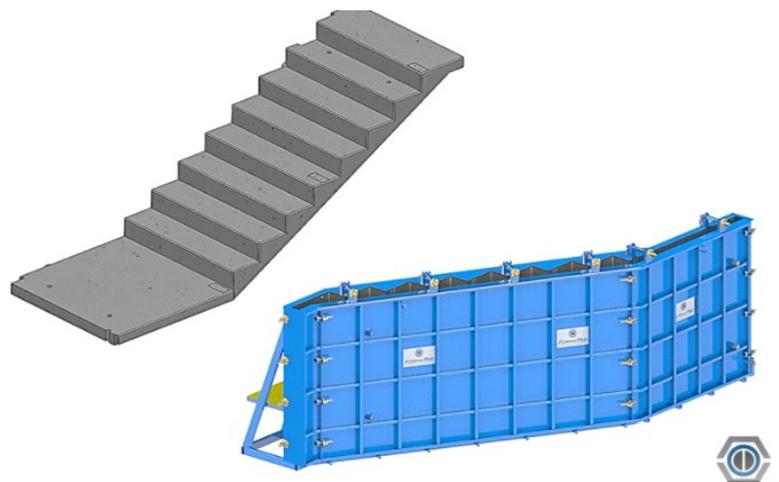
**Figura 15 - Içamento de escada pré-moldada**



Fonte: BRUMATTI, 2018.

A produção industrial é feita com formas metálicas especiais (Figura 16) que possuem certo grau de liberdade para ajustar a inclinação, a largura (degrau) e a altura (espelho) do elemento, o comprimento e a largura total dos degraus, de modo que eles também podem produzir várias dimensões de escadas. O formato do metal possui uma certa flexibilidade dimensional, porém é de apenas alguns centímetros, o que significa que ao comprar uma escada pré-fabricada o cliente ainda está sujeito às restrições impostas pelo fabricante em termos de mudanças dimensionais e sobrecarga máxima (BRUMATTI, 2018).

**Figura 16 - Modelo de forma para escada pré-moldada**



Fonte: FORMATEC, 2021.

### 2.7.6.2 Escadas em vários elementos

Esse modelo de escada é constituído de diversas peças pré-moldadas de concreto armado, de forma que os elementos possam se encaixar no local e seu manuseio ser feito sem o auxílio de equipamentos para o içamento. Os dois tipos mais usados é a chamada de jacaré e a nervurada, mas há outros modelos menos utilizados (PRO, 2021; BRUMATTI, 2018).

#### 2.7.6.2.1 Escada jacaré

A escada jacaré (Figura 17) é chamada assim, pois os degraus e a viga de sustentação são semelhantes à cauda do animal. É um exemplo típico da utilização de peças pré-fabricadas de menor espessura, compatíveis com o funcionamento dos operários da construção e totalmente adequadas para edifícios de alvenaria estrutural. A afinidade entre o processo de construção da estrutura de alvenaria e a escada Jacaré é bastante resistente pelo fato de haver uma parede de suporte que pode sustentar a carga de ancoragem das partes pré-fabricadas e que essas partes já chegam na obra executadas, faltando apenas a montagem no local (PRO, 2021; BRUMATTI, 2018).

**Figura 17- Escada jacaré**



Fonte: INCOBRAZ, 2021.

Em geral, segundo Brumatti (2018) a escada jacaré é composta por;

- Duas vigas denteadas ou vigas jacaré;
- Degraus em “L”;
- Patamares pré-moldados;
- Peças de apoio do patamar;
- Peças complementares de ajuste.

Para garantir o comportamento eficaz dos elementos, a atenção especial deve ser dada ao tamanho, cobertura do aço e acabamento final durante a fase de execução. Para uma espessura pequena e cobertura mínima requerem técnicas de execução precisas. A configuração da escada inicia-se com a ancoragem de vigas dente de serra na alvenaria (BRUMATTI, 2018).

## 2.8 ALVENARIA CONVENCIONAL X ALVENARIA ESTRUTURAL

A definição do sistema construtivo deve vir de um projeto técnico, porém saber a diferença entre alvenaria estrutural e convencional é fundamental para que se possa definir o melhor método construtivo para a obra.

A alvenaria convencional é o método construtivo mais adotado no Brasil para obras residenciais. Funciona como um “esqueleto”, formado a partir da combinação de pilares, lajes e vigas. As paredes servem apenas como fechamento e separação de ambientes. Todo o peso é absorvido pelo sistema pilares, lajes e vigas e por isto pode-se dizer que as paredes não possuem função estrutural.

Um ponto forte é que não há restrição quanto às medidas do projeto, o que permite maior liberdade criativa, não há limites para futuras reformas e podem ser especificadas esquadrias fora do tamanho padrão.

Como ponto fraco, este método possui um tempo de execução um pouco maior e um custo mais elevado em comparação com o sistema de alvenaria estrutural, na Figura 18 observa-se o modelo construtivo convencional (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2016).

**Figura 18 - Alvenaria Convencional**



Fonte: PROJETTA JR, 2020.

Já na alvenaria estrutural, a principal característica deste sistema é que todas as paredes têm a função de suportar o peso da laje ou da cobertura. Não há pilares e vigas, a estrutura é formada pelas paredes e lajes. Desta forma a boa execução das paredes é fundamental e deve-se evitar ao máximo cortes nos blocos.

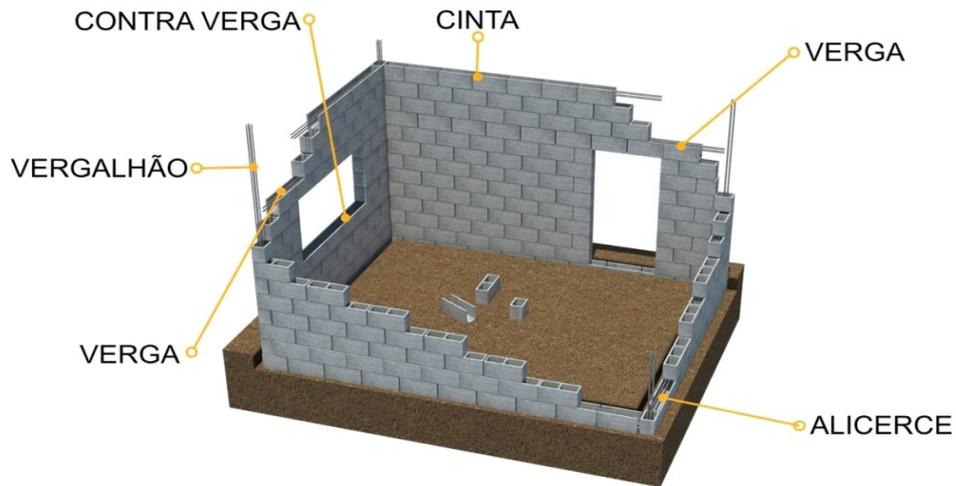
A alvenaria estrutural não pode ser subestimada, ela é um processo construtivo, devendo ser calculado e projetado por profissionais qualificados para garantir segurança e funcionalidade, já que suportarão todo o peso da construção.

A racionalização está em evitar medidas de paredes fora do padrão dos blocos e executar a hidráulica e elétrica junto com o assentamento dos blocos, para evitar cortes futuros.

A alvenaria pode ser feita de blocos de concreto estruturais ou de blocos cerâmicos estruturais. Os blocos cerâmicos possuem peso menor, o que aumenta a velocidade da execução e também possibilitam um conforto térmico três vezes melhor do que os blocos de concreto (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2016).

As principais vantagens são o menor tempo e custo de execução em relação ao concreto armado, em contrapartida as desvantagens são não permitir reformas futuras, requer mão de obra especializada, não permite portas e janelas fora do padrão e não pode ser utilizado em qualquer tipo de projeto, pois as possibilidades são limitadas ao padrão dos blocos. Na Figura 19 observa-se o modelo de alvenaria estrutural (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2016; CONSTRUINDO CASAS, sd).

**Figura 19 - Alvenaria Estrutural**



Fonte: CONSTRUINDO CASAS, 2016.

## 2.9 PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO

Na construção civil, paredes de concreto moldadas in loco é equivalente a uma parede de concreto que foi feita no local onde está sendo executada a construção. A partir dessa definição, pode-se dizer que esse sistema consiste na moldagem de paredes e lajes maciças de concreto armado com telas metálicas centralizadas.

A intenção de moldar in loco é evitar o duplo trabalho, o que gera economia. Afinal, quando a moldagem é feita no local definitivo, evita-se uma série de gastos e mão de obra. Além disso, as paredes formam um único elemento estrutural, fazendo com que as tensões sejam distribuídas e absorvidas de maneira sistêmica. Portanto, a intenção da concepção do sistema construtivo de paredes de concreto in loco é viabilizar a execução de obras de maneira mais eficaz, com baixo custo e alto desempenho estrutural, conforme apresentado na Figura 20 (TECNOSIL, 2022).

**Figura 20 - Paredes de Concreto**



Fonte: CIMENTO ITAMBÉ, 2020.

Antes da concretagem, deve-se montar todas as tubulações elétricas e de água, visto que as paredes serão feitas de concreto usinado.

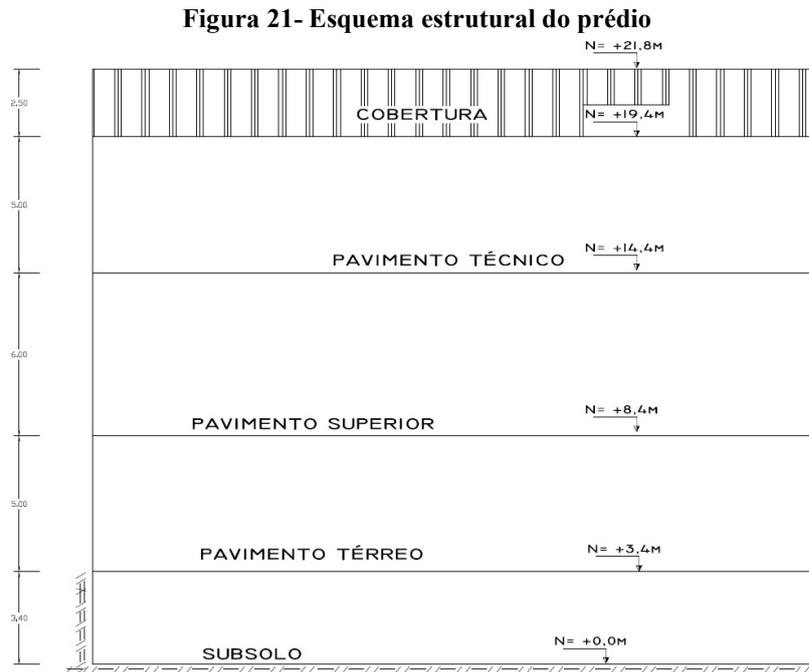
Após o processo, espera-se um dia para que as paredes adquiram resistência suficiente para se sustentarem sozinhas. Depois, as fôrmas metálicas são removidas e toda a estrutura está preparada para a próxima fase de execução, como pintura, acabamento etc.

O sistema é recomendável para empreendimentos que têm alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais (SIENGE, 2019).

### 3 ESTUDO DE CASO

#### 3.1 CONSTRUÇÃO MOLDADA IN LOCO

A construção moldada *in loco* tem uma área de 2.100 m<sup>2</sup> composta por um subsolo, pavimento térreo, pavimento superior, pavimento técnico e cobertura. A Figura 21 mostra o corte do esquema estrutural do empreendimento.



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

Na obra moldada *in loco*, todos seus elementos são desenvolvidos no canteiro de obras, como pilares, vigas e demais elementos estruturais, elementos de vedação e outros que compõem a construção em geral. Além do mais, o método construtivo convencional, o mais usual no país, necessita também de um canteiro de obras mais amplo e planejado para o recebimento de materiais e insumos para as diferentes etapas do processo de construção da mesma. Pela necessidade de várias etapas nos processos de desenvolvimentos dos elementos estruturais que a compõe, a obra moldada *in loco* gera um número maior de resíduos de obra e entulhos.

O subsolo do prédio é apresentado na Figura 22, ainda na fase da montagem de pilares e fechamento de parede em alvenaria estrutural com blocos de concreto. É possível observar a necessidade de espaço necessário para a disposição de elementos, que são usados na fase da

obra, como as tábuas de madeira necessárias geralmente para o fechamento de formas para pilares e vigas, entre outros demais usos.

**Figura 22 - Subsolo do prédio**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

As Figuras 23 a 26 demonstram diferentes fases da obra, em que é possível observar como as estruturas moldadas no canteiro de obras necessitam de um arranjo maior para a fabricação de elementos estruturais, como pilares e vigas, em que são usadas escoras para o apoio das formas de concreto até o momento da cura do concreto, onde são retiradas após determinado tempo estipulado por norma ou projeto.

**Figura 23 - Canteiro de obras - execução de escoramento de vigas**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

**Figura 24 - Canteiro de obras – execução de escoramento para vigas**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

**Figura 25 - Canteiro de obras – formas de pilares e escoramento de vigas**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

**Figura 26 - Canteiro de obras – formas de pilares e escoramento de vigas**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

A construção moldada in loco, além de levar um maior tempo para ser executada, gera um custo maior quando se comparada com o método construtivo, usando elementos pré-moldados, uma vez que necessita de uma quantidade maior de materiais e equipe em campo.

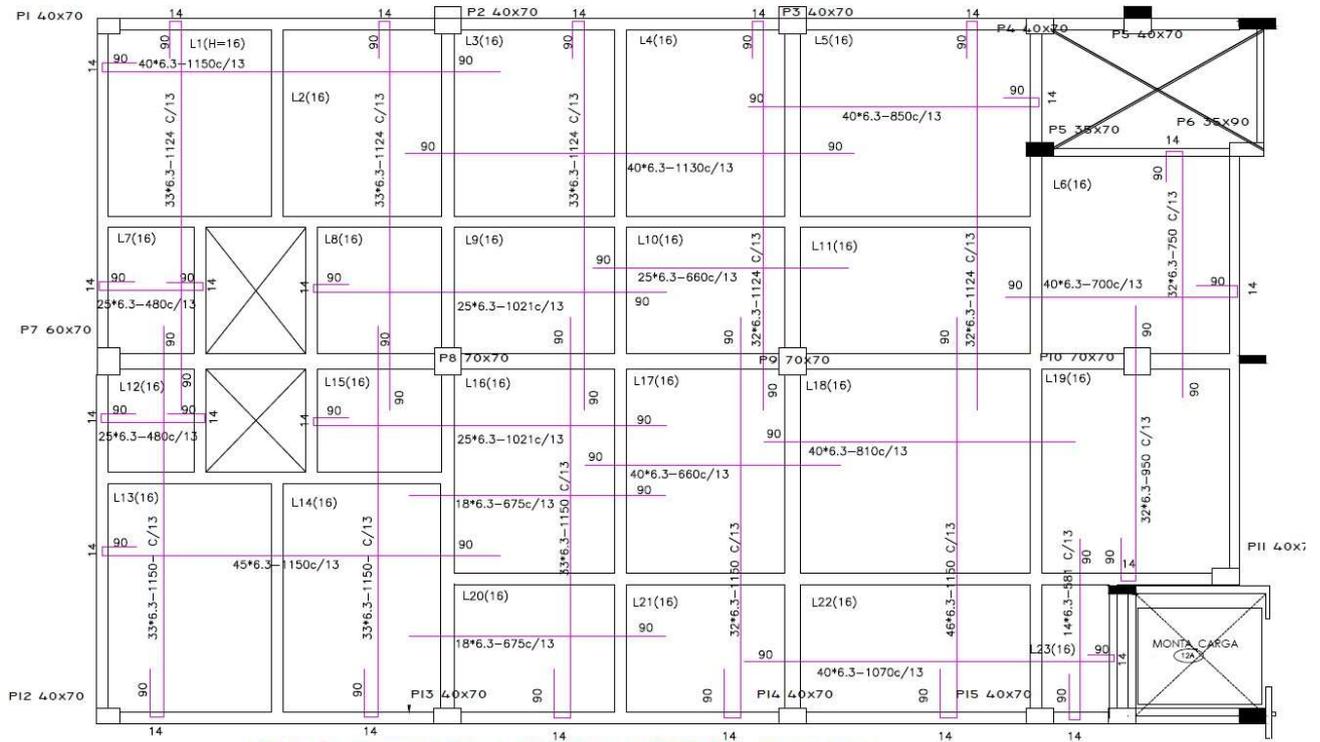
Diferente do pré-moldado, as obras convencionais não necessitam de uma mão de obra qualificada, uma vez que o trabalho no canteiro é regido por equipes responsáveis por cada setor do processo a ser executado, onde fazem a inspeção do serviço no momento da execução e/ou por etapas, de acordo com o que está sendo feito.

Para o processo de escoramento de vigas e pilares é necessário uma equipe de carpintaria, para, de acordo com os projetos, executarem todas as formas de pilares e vigas, onde, dependendo do material empregado no uso não são reaproveitáveis, no caso de pilares e vigas com a mesma seção, tendo assim, um retrabalho maior, gerando um acúmulo maior de gastos e serviços durante todo o processo em que está sendo feito a estrutura da edificação, como demonstrado, nas Figuras 25 e 26, as formas de pilares e o início do escoramento para vigas.

As Figuras 27 e 28 apresentam uma fase muito importante e criteriosa da execução de obras do método construtivo convencional. A Figura 27 mostra o projeto de armação da laje do pavimento superior, no qual são listados detalhes da armação positiva desta laje. Na engenharia de estruturas há um esforço conhecido por momento fletor que pode ser “positivo” ou “negativo” e são as armações que tem a função de combater esses esforços, por isso, são chamadas de “armadura positiva” e “armadura negativa”. Logo, a armação positiva responde pelos momentos fletores positivos e a armação negativa pelos momentos fletores negativos.

A execução da armação é representada na Figura 28, onde é possível observar também a armação das vigas do pavimento e os arranques dos pilares que acompanham a estrutura.

**Figura 27 - Projeto de armação da laje do pavimento superior**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012

**Figura 28 - Armação de ferragem de laje do pavimento superior**

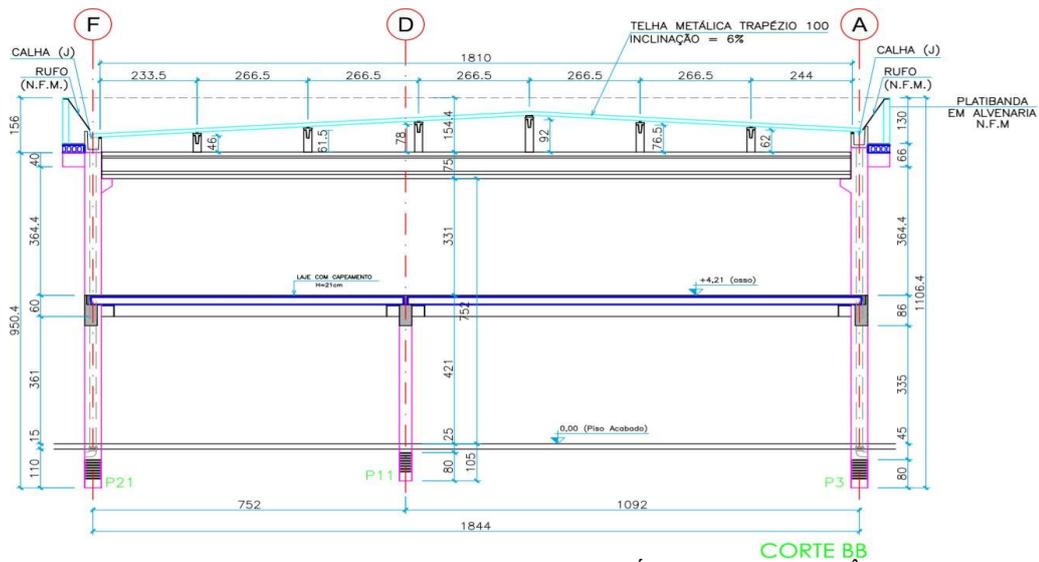


Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

Na Figura 29, o prédio da indústria farmacêutica já na fase de acabamento com todos os pavimentos já executados.



Figura 31 - Corte BB



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

Hoje a pré-fabricação é vista como uma alternativa da construção tradicional, em que parte dos elementos são pré-fabricados em indústrias especializadas, sendo depois colocados em obra de modo a se assemelhem o mais possível às estruturas tradicionais.

O mercado da pré-fabricação tem evoluído ao longo dos tempos, quer em pequenas construções como em grandes. Essa evolução deve-se tanto ao desenvolvimento e aperfeiçoamento dos materiais de construção, como à industrialização e utilização de novas tecnologias na construção.

As soluções pré-fabricadas, quando comparadas com soluções fabricadas *in loco*, apresentam diversas vantagens, entre as quais se distinguem: a possibilidade da redução global dos custos, devido ao menor número de operações em obra, a menores necessidades de formas e escoramentos no processo construtivo, ao aumento de segurança durante a construção e ao menor impacto em termos ambientais.

De acordo com Simão (2015), durante a elaboração da obra é possível obter uma flexibilidade e a produção é capaz de respeitar a solução arquitetônica do interessado pela obra, tendo uma integração com outros sistemas construtivos e ampliações futuras.

A responsabilidade ambiental também é uma das vantagens dos pré-moldados, os materiais são de baixo impacto ambiental, recicláveis e praticamente com zero desperdícios e geração de resíduos, respeitando e ajudando a preservar o meio ambiente, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de maneira eficiente, prática e sustentável (SIMÃO, 2015).

A limitação relativa ao tamanho e peso das peças está diretamente relacionada com a capacidade de transporte das mesmas e as condições para execução *in loco*. Para a montagem da estrutura é necessário uso de maquinários especiais para a suspensão das peças pré-moldadas para que seja executado o encaixe de pilares, vigas e lajes em seus devidos lugares como manda nos projetos da obra em si. As Figuras 32 e 33 apresentam o momento da execução das peças pré-moldadas no canteiro de obras onde as peças são içadas.

**Figura 32 - Montagem da estrutura com uso de máquinas**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

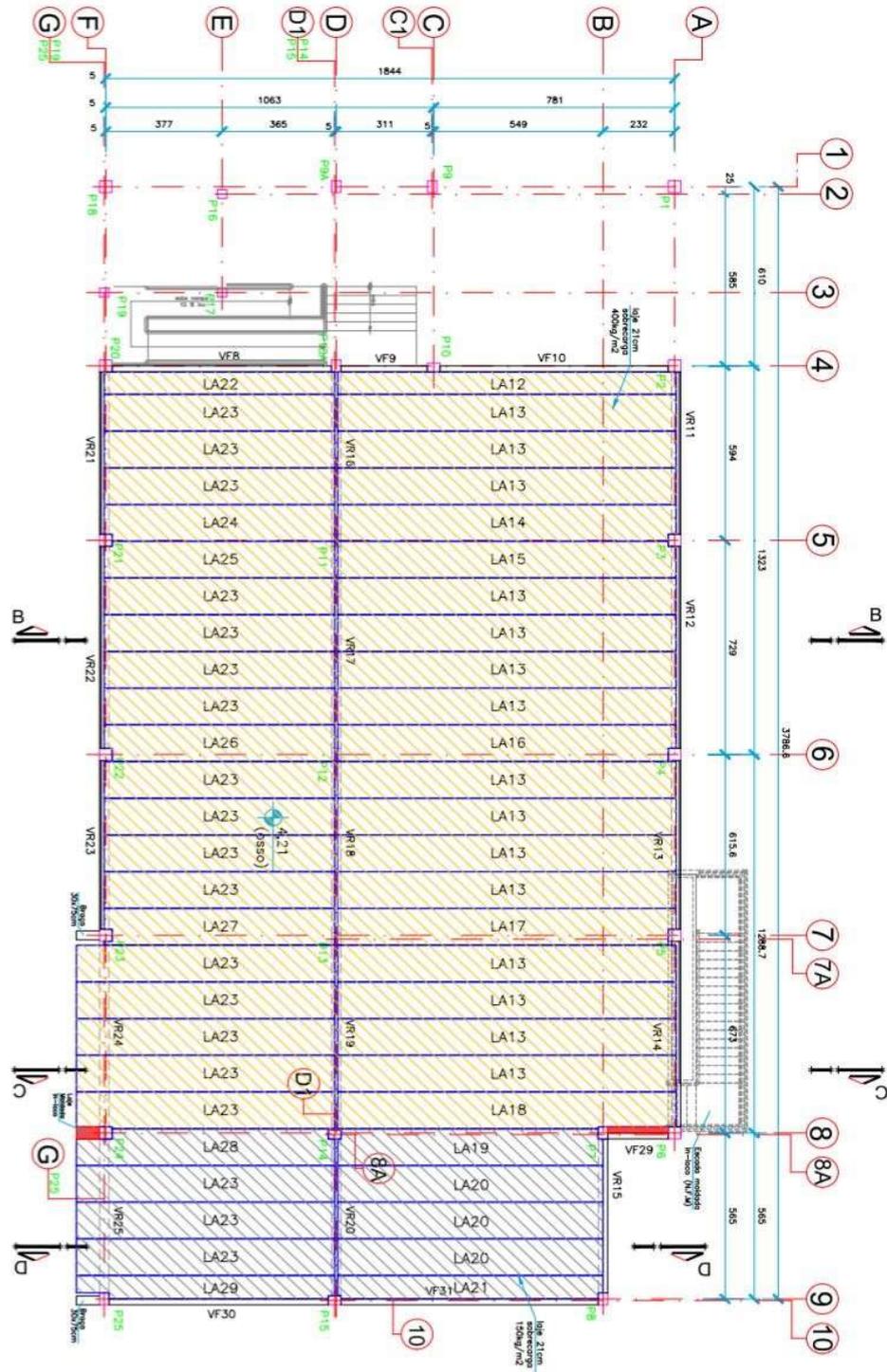
**Figura 33 - Içamento da estrutura pré-moldada**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

A Figura 34 apresenta a planta de forma de lajes do nível +4,21 ou pavimento superior. E por seguinte, na Figura 35 é possível ver a obra em sua fase de execução, já com todos os pavimentos finalizados.

Figura 34 - Planta de forma de lajes pavimento superior



FONTE: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

**Figura 35 - Execução da obra em pré-moldado**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

Lacerda (2016) ressalta que concreto pré-moldado é feito em forma e é constituído de cimento, agregados, aditivos e armadura. As formas podem ser feitas de madeira, aço ou alumínio. Há a possibilidade de serem revestidas com chapas metálicas, de fibra, plástico ou outros materiais. Sua função é proporcionar fácil desmontagem sem prejudicar os elementos concretados, por isso são utilizados produtos antiaderentes que deverão ser aplicados previamente a colocação da armadura. Os antiaderentes não alteram quimicamente o concreto.

A construção pré-fabricada traz vantagens em termos de qualidade, tendo em conta que os sistemas de controlo aplicados em fábrica são mais rigorosos do que em estaleiro, o que leva a um menor número de falhas precoces devido à incorreta instalação ou a danos decorrentes das operações de construção.

As Figuras 36, 37 e 38 representam a obra em três diferentes etapas sendo possível notar que as obras usando elementos pré-moldados propiciam obras mais limpas visualmente e fisicamente pelo fato de “pular processos”.

**Figura 36 - Execução de alvenaria convencional**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

**Figura 37 - Execução de alvenaria convencional interna**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

**Figura 38 - Estrutura da obra finalizada**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

Esse tipo de sistema provocou um aumento na qualidade nos canteiros de obras, pois com os elementos industrializados há um maior controle durante a produção, com materiais com boa qualidade, fornecedores selecionados e mão de obra treinada e especializada. Com isso, as obras tornaram-se mais organizadas e seguras (IGLESIA, 2006).

### 3.3 COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE PRÉ-MOLDADO E MOLDADO IN LOCO

Outro grande aspecto da construção pré-fabricada relaciona-se com o custo. A utilização de técnicas de pré-fabricação permite reduzir custos em todas as etapas da cadeia de produção, por exemplo, relacionados com a economia de materiais e mão-de-obra na fase de construção, tendo em conta a possibilidade de atingir uma dada produção em série.

Inicialmente os custos podem ser elevados, mas o retorno por investimento é garantido em um curto prazo, pois consegue-se usufruir do empreendimento antes do tempo, quando comparado à uma obra convencional. Por isso, se diz que o custo é menor (SIMÃO, 2015).

Os custos de verificação de conformidade em obra são reduzidos porque os componentes pré-fabricados já são sujeitos a um controle de qualidade rigoroso em condições de fábrica.

A seguir, são apresentados nas Tabelas 1 e 2 os valores dos custos por metro quadrado para cada modelo construtivo no ano de execução das obras sendo a obra em pré-moldado e a obra moldada *in loco* executadas no ano de 2012.

**Tabela 1 – Orçamento geral da obra moldada in loco em 2012**

ANO	VALOR M <sup>2</sup>	ÁREA DE OBRA (M <sup>2</sup> )	CUSTO TOTAL
2012	R\$ 1.160,00	2100	R\$ 2.436.000,00

ITEM	DESCRIÇÃO	OBRA MOLDADA IN LOCO	
		ETAPAS (%)	VALOR REALIZADO
01.	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS	17,91%	R\$ 436.176,52
02.	FUNDAÇÕES	5,93%	R\$ 144.337,23
03.	ESTRUTURA	27,61%	R\$ 672.589,25
04.	PAREDES E PAINÉIS	13,58%	R\$ 330.692,97
05.	COBERTURA E PROTEÇÕES	1,67%	R\$ 40.796,73
06.	REVESTIMENTO	8,28%	R\$ 201.621,06
07.	PAVIMENTAÇÃO	4,42%	R\$ 107.556,41
08.	INSTALAÇÕES E APARELHOS	18,62%	R\$ 453.488,53
09.	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA	2,00%	R\$ 48.741,30
<b>SERVIÇOS RELACIONADOS A ESTRUTURA</b>		<b>66,69%</b>	<b>R\$ 1.624.592,70</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>100,00%</b>	<b>R\$ 2.436.000,00</b>

Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

A obra moldada *in loco*, no corrente ano de 2012, teve o custo de R\$1.160,00 o m<sup>2</sup> e a obra construída utilizando pré-moldados, no mesmo ano, teve custo no valor de R\$600,00 o m<sup>2</sup>, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Orçamento geral da obra pré-moldada em 2012

ANO	VALOR M <sup>2</sup>	ÁREA DE OBRA (M <sup>2</sup> )	CUSTO TOTAL	
2012	R\$ 600,00	1100	R\$	<b>660.000,00</b>
ITEM	DESCRIÇÃO	PRÉ MOLDADA		
		ETAPAS (%)	VALOR REALIZADO	
01.	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS	18,49%	R\$	122.040,78
02.	FUNDAÇÕES	3,43%	R\$	22.640,13
03.	ESTRUTURA	17,74%	R\$	117.068,51
04.	PAREDES E PAINÉIS	13,97%	R\$	92.205,71
05.	COBERTURA E PROTEÇÕES	5,01%	R\$	33.071,97
06.	REVESTIMENTO	16,37%	R\$	108.010,24
07.	PAVIMENTAÇÃO	5,90%	R\$	38.961,88
08.	INSTALAÇÕES E APARELHOS	17,45%	R\$	115.183,74
09.	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA	1,64%	R\$	10.817,05
<b>SERVIÇOS RELACIONADOS A ESTRUTURA</b>		<b>58,64%</b>	<b>R\$</b>	<b>387.027,09</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>100,00%</b>	<b>R\$</b>	<b>660.000,00</b>

Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

Para fim de obter dados atuais, as Tabelas 3 e 4 apresentam valores atualizados para o custo da construção dos dois modelos construtivos no ano de 2021. Levando em consideração a última construção em 2021, foi possível constatar que os valores estimados para o modelo moldado in loco passaram para R\$ 8.000,00 o m<sup>2</sup>. E a construção pré moldada evoluiu para R\$ 3.170,00 o m<sup>2</sup>.

Sendo assim, multiplicando esses valores pela metragem da obra e distribuindo pelas etapas, obtemos os valores de cada etapa atualizados para o ano de 2021, nos dois tipos de métodos construtivos.

Tabela 3 – Orçamento atualizado de custo da obra moldada in loco.

ANO	VALOR M <sup>2</sup>	ÁREA DE OBRA (M <sup>2</sup> )	CUSTO TOTAL
2021	R\$ 8000,00	2100	R\$ 16.800.000,00

ITEM	DESCRIÇÃO	OBRA MOLDADA IN LOCO	
		ETAPAS (%)	VALOR REALIZADO
01.	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS	17,91%	R\$ 3.008.113,96
02.	FUNDAÇÕES	5,93%	R\$ 995.429,19
03.	ESTRUTURA	27,61%	R\$ 4.638.546,55
04.	PAREDES E PAINÉIS	13,58%	R\$ 2.280.641,15
05.	COBERTURA E PROTEÇÕES	1,67%	R\$ 281.356,74
06.	REVESTIMENTO	8,28%	R\$ 1.390.490,06
07.	PAVIMENTAÇÃO	4,42%	R\$ 741.768,33
08.	INSTALAÇÕES E APARELHOS	18,62%	R\$ 3.127.507,10
09.	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA	2,00%	R\$ 336.146,92
<b>SERVIÇOS RELACIONADOS A ESTRUTURA</b>		<b>66,69%</b>	<b>R\$ 11.204.087,58</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>100,00%</b>	<b>R\$ 16.800.000,00</b>

Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

Tabela 4 – Orçamento atualizado de custo da obra pré-moldada.

ANO	VALOR M <sup>2</sup>	ÁREA DE OBRA (M <sup>2</sup> )	CUSTO TOTAL
2021	R\$ 3.170,00	1100	R\$ 3.487.000,00

ITEM	DESCRIÇÃO	PRÉ MOLDADA	
		ETAPAS (%)	VALOR REALIZADO
01.	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS	18,49%	R\$ 644.782,10
02.	FUNDAÇÕES	3,43%	R\$ 119.615,33
03.	ESTRUTURA	17,74%	R\$ 618.511,97
04.	PAREDES E PAINÉIS	13,97%	R\$ 487.153,50
05.	COBERTURA E PROTEÇÕES	5,01%	R\$ 174.730,23
06.	REVESTIMENTO	16,37%	R\$ 570.654,11
07.	PAVIMENTAÇÃO	5,90%	R\$ 205.848,60
08.	INSTALAÇÕES E APARELHOS	17,45%	R\$ 608.554,11
09.	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA	1,64%	R\$ 57.150,06
<b>SERVIÇOS RELACIONADOS A ESTRUTURA</b>		<b>58,64%</b>	<b>R\$ 2.044.793,13</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>100,00%</b>	<b>R\$ 3.487.000,00</b>

Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2012.

### 3.4 COMPARATIVO DE TEMPO DE EXECUÇÃO ENTRE PRÉ-MOLDADO E MOLDADO IN LOCO

As exigências no que diz respeito a prazos são crescentes e determinantes para a competitividade de uma empresa. O período de construção de um empreendimento é o momento onde o capital é gasto e não se tem retorno sobre ele, então todo término de uma obra é aguardado para que a operação comercial, empresarial ou industrial comece e a empresa tenha retorno sobre seus investimentos. Poupar tempo é um dos benefícios mais significativos da construção pré-fabricada. A redução do tempo de construção no local tem um grande impacto na duração global de todo o projeto. Sendo o trabalho em canteiro de obras tradicionalmente vulnerável e propício a atrasos devidos às condições atmosféricas, que constituem um dos parâmetros mais variáveis do planejamento construtivo, a utilização de componentes pré-fabricados permite reduzir o risco de atrasos e assegurar as exigências do projeto.

Em uma construção moldada *in loco*, tradicionalmente a etapa estrutural (pilares e vigas) só se inicia após a finalização dos os serviços preliminares. E essa etapa, para existir de fato, ainda é precedida de vários serviços de apoio, como locação, montagem de formas (madeira ou metálicas) escoramentos, corte, dobra e montagem da armação, concretagem e ensaios tecnológicos. E para que se inicie a próxima etapa, que é a de vedação, ainda resta aguardar o processo de cura (que dura por volta de 21 dias), desforma e desmontagem das estruturas de escoramentos.

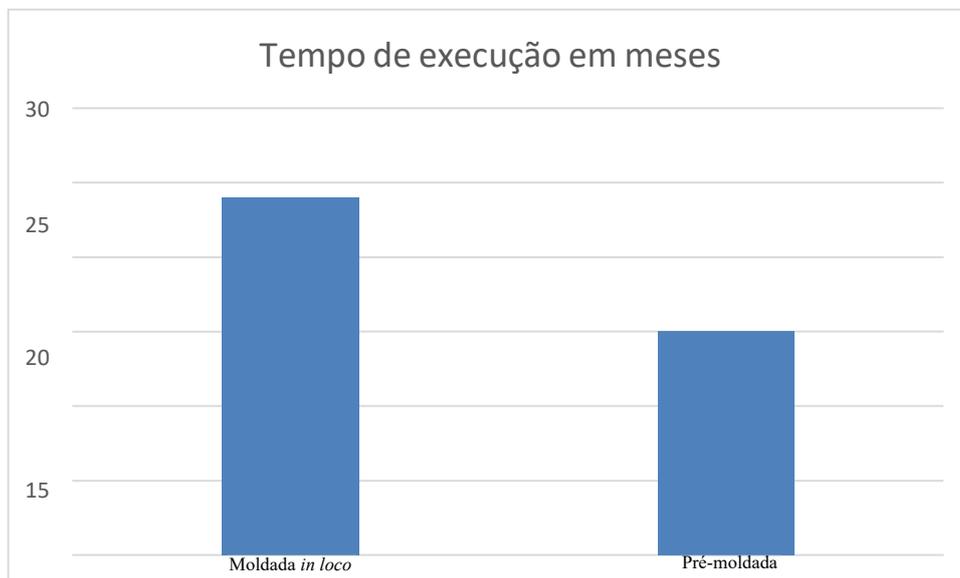
Quando tratamos de um empreendimento onde a escolha da estrutura é a de concreto pré-moldado, toda etapa de criação dos elementos estruturais (viga, laje ou um pilar), pode ser feita antes mesmo das etapas preliminares tradicionais de uma obra moldada *in loco*, que consiste desde a locação do canteiro de obras até a perfuração da fundação. Ou seja, assim que fechado um projeto executivo, e o contrato de prestação de serviços com a empresa que fabrica esses elementos, já pode se iniciar a execução deles.

Os serviços executados em canteiro estão diretamente ligados ao número de colaboradores de uma obra. E a quantidade de suprimentos também. Ao comparar as duas situações acima, entende-se que uma obra pré-moldada demandará uma menor carga administrativa por parte da construtora, já que parte das atividades (compras e execução) é feita por um terceiro.

O gráfico 1 traz o comparativo do tempo gasto para cada tipo de obra. Foram necessários 24 meses (2 anos) para a execução dos 2.100  $m^2$  da obra moldada *in loco* e 15 meses (1 ano e 3 meses) para finalizar a execução da obra em pré-moldado, que teve área construída de 1.100

$m^2$ . A obra moldada *in loco* possui 2.100  $m^2$  construídos, sendo 1.000  $m^2$  a mais que a obra em pré-moldado, que possui 1.100  $m^2$  construídos. Acerca disso, ressaltamos que este comparativo vale apenas para estimar o tempo gasto em cada modelo construtivo pelo fato de não possuírem a mesma quantidade de área construída. A escolha dos diferentes modelos de construção foi uma saída para que as duas obras terminassem no mesmo prazo, já que a obra moldada *in loco* já havia começado e não havia possibilidade de aproveitamento de materiais ou mão de obra. Assim, a empresa pôde startar suas operações nos dois empreendimentos no mesmo período, economizando mão de obra em suas atividades para tal.

**Gráfico 1 - Comparativo de tempo de execução**



Fonte: EQUIPE DE ENGENHARIA DA GEOLAB INDÚSTRIA FARMACÊUTICA, 2022.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em meio a esse atual crescimento do setor da construção civil, pode-se notar a variabilidade de processos, equipamentos e tecnologias. O estudo sobre pré-fabricação não é recente, mas nota-se a crescente preocupação com a inovação do sistema para garantir permanência no mercado, incorporando uma mentalidade voltada para a produção racionalizada com qualidade, economia e sustentabilidade. Estes aspectos tornaram-se estratégias e metas importantes de questão de sobrevivência para as empresas.

Em suma, a pré-fabricação pode desempenhar um papel fundamental no processo evolutivo do setor da construção. Com fortes potencialidades ao nível da sustentabilidade, produtividade e gestão de processos, pode ser um dos motores para impulsionar o setor a uma tendência de crescimento e afirmação enquanto indústria produtiva, racionalizada, sustentável e competitiva, ultrapassando os desafios e exigências atuais.

O presente trabalho se deu pela comparação de dois métodos construtivos onde conclui-se que o método convencional moldado in loco é o mais usual no ramo da construção mesmo tendo um custo elevado, exigindo mais mão de obra dentro do canteiro de obras e exigindo um período maior no tempo de execução de obra. Este método, além de ser mais tradicional, confere o suporte de cargas maiores com menores seções nas peças estruturais. Em contrapartida, uma peça pré-moldada pode ser instalada em um menor tempo, agilizando todo processo construtivo.

Também pode-se observar que o concreto pré-moldado pode ser utilizado em qualquer tipo de obra, sendo mais vantajoso em obras de porte médio ou grande. O seu benefício é apresentado no final, com o seu rápido tempo de realização e o valor reduzido, devido a menor utilização de mão de obra.

Ao sugerir o tipo de construção, as construtoras, engenheiros e projetistas devem atentar e explicar bem as opções que a engenharia desenvolveu ao longo dos anos para seus clientes, afim de entregar o melhor trabalho, conferindo menor custo e prazo, trazendo maior satisfação.

A industrialização do processo construtivo é uma realidade que tem feito a diferença para empresas e profissionais do mundo inteiro, a construção civil tende a seguir caminhos mais ágeis e limpos, visando produzir mais em menos tempo, sem deixar de lado a sustentabilidade, diminuindo os impactos ambientais.

#### 4.1 PROPOSTAS PARA FUTUROS ESTUDOS

Para fins de continuidade da pesquisa abordando o mesmo tema, sugere-se que sejam feitos estudos a fim de comparar edificações de pequeno, médio ou grande porte que possuam a mesma área construída ou áreas aproximadas e citar os avanços atuais para cada tipo de modelo construtivo.

## REFERÊNCIAS

- ARTECIL.** VIGAS PRÉ MOLDADAS E PRÉ FABRICADAS: descubra o que são. DESCUBRA O QUE SÃO. 2019. Disponível em: <https://artecil.ind.br/vigas-pre-moldadas-e-pre-fabricadas/#:~:text=O%20que%20s%C3%A3o%20vigas%20pr%C3%A9%20moldadas%20e%20pr%C3%A9%20fabricadas%3F,basta%20aplic%C3%A1%20no%20projeto>. Acesso em: 30 maio 2021.
- AXIAL.** LAJES TRELIÇADAS COM EPS(ISOPOR): PREÇO, VANTAGENS E DESVANTAGENS. 2017. Disponível em: <https://axialengenharia.eng.br/2017/04/27/lajes-trelicadas-com-epsisopor-preco-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 30 maio 2021.
- BRUMATTI,** Dioni. USO DE PRÉ-MOLDADOS – ESTUDO E VIABILIDADE. 2008. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/35121146/estudo-de-viabilidade-de-estruturas-pre-moldadas>. Acesso em: 9 Mai 2021.
- C2I.** PILAR PRÉ MOLDADO. 2021. Disponível em: <https://c2iengenharia.com.br/pilar-pre-moldado/>. Acesso em: 30 maio 2021.
- CASSOL.** VIGAS PRÉ-MOLDADAS. 2018. Disponível em: <http://www.cassol.ind.br/pre-fabricado/vigas-pre-fabricadas/>. Acesso em: 30 maio 2021.
- CIMENTO** Itambé. AOS 20 ANOS, ABCIC MOVE A CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA NO BRASIL. 2021. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/aos-20-anos-abcic-move-a-construcao-industrializada-no-brasil/>. Acesso em: 30 março 2022.
- CONCRELAJE.** PILARES DE CONCRETO. 2016. Disponível em: <http://www.concrelaje.com.br/pilares-de-concreto/>. Acesso em: 30 maio 2021.
- CONSTRUINDO** Casas. ALVENARIA ESTRUTURAL: O QUE É E COMO FAZER? 2016. Disponível em: <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 31 março 2022.
- COUTO** Materiais. VIGA LAJE TRELIÇA. 2019. Disponível em: <https://www.coutomateriais.com.br/produto/viga-laje-trelica-h8-ml/>. Acesso em: 29 maio 2021.
- DEBS,** Mounir Khalil El. CONCRETO PRÉ-MOLDADO: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES. 2. ED. SÃO PAULO: OFICINA DE TEXTOS. 2017. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Concreto-pre-moldado-fundamentos-e-aplicacoes-DEG.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- EDIFICAR.** A UTILIZAÇÃO E AS VANTAGENS DOS CONCRETOS PRÉ-MOLDADOS 2016 | Disponível em: <https://www.edificarjr.ufscar.br/concretos-pre-moldados/>. Acesso em: 02 maio 2021.
- FEMAC.** CONSTRUÇÕES FAMOSAS FEITAS COM ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS. Sd. Disponível em: <http://www.femac.ind.br/canteirodeobra/22-4+construcoes+famosas+feitas+com+estruturas+pre-fabricadas>. Acesso em: 18 abril. 2021.

**FIDELI, Ana.** LAJE PRÉ-MOLDADA: CONHEÇA OS TIPOS E PORQUE SÃO UMA BOA OPÇÃO. 2021. Tua Casa. Disponível em: <https://www.tuacasa.com.br/laje-pre-moldada/>. Acesso em: 16 maio 2021.

**FORMATEC.** 2021. FORMA PARA ESCADA | FORMATEC. Disponível em: <https://www.formatecformas.com.br/portfolio-item/forma-para-escada/>. Acesso em: 16 maio 2021.

**FÓRUM DA CONSTRUÇÃO.** DIFERENÇAS ENTRE A ALVENARIA ESTRUTURAL E CONVENCIONAL. 2016. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=1642>. Acesso em: 31 março 2022.

**IGLESIA, Tiago Borges.** SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO. 2006. Disponível em: <http://engenharia.anhemi.br/tcc-06/civil-33.pdf> Acesso em: 22 março 2021.

**INCOBRAZ.** O QUE SÃO PRÉ-MOLDADOS? 2021. Disponível em: <https://www.incobraz.com.br/blog/o-que-sao-pre-moldados-/1>. Acesso em: 25 abril 2021.

**LACERDA, Maiza Moana Silva.** ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO GRAUTEAMENTO E DA POSIÇÃO DAS ARMADURAS NA LIGAÇÃO VIGA-PILAR EM ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO. 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18194?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18194?locale=pt_BR). Acesso em: 18 abril 2022.

**LAGES. LUIZ EDUARDO LAGES.** QUATRO IMAGENS MAJESTOSAS DO HIPODROMO DA GAVEA. Sd. Disponível em: <http://luizeduardolages.com/coluna4.htm>>. Acesso em: 2 maio 2021.

**MANTURI.** PRÉ-FABRICADO X PRÉ-MOLDADO: QUAIS AS DIFERENÇAS E O QUE DEVO ESCOLHER PARA MINHA OBRA? 2021. Disponível em: <https://www.manturi.com.br/pre-fabricado-x-pre-moldado-quais-as-diferencas/>. Acesso em: 02 março 2022.

**MONTEIRO, Thiago Parente.** DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DE CÁLICES DE FUNDAÇÃO COM INTERFACE LISA. 2011. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- Ce, 2011. Disponível em: [http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2011/Thiago\\_Parente\\_Dimensionamento](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2011/Thiago_Parente_Dimensionamento).

**PEREIRA, Caio.** TIPOS DE ESTACAS PARA FUNDAÇÃO. 2021. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-estacas-para-fundacao/>. Acesso em: 03 junho 2021.

**PRADO, Eduardo,** LAJE PRÉ-MOLDADA: CONHEÇA AS VANTAGENS E DESVANTAGENS. Sd. Disponível em: [https://www.homify.com.br/livros\\_de\\_ideias/5602620/laje-pre-moldada-conheca-as-vantagens-e-desvantagens](https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/5602620/laje-pre-moldada-conheca-as-vantagens-e-desvantagens). Acesso em: 30 maio 2021.

**PRÉ-FABRICAR.** A HISTÓRIA DO PRÉ-FABRICADO NO BRASIL - PRÉ-FABRICAR. sd. Disponível em: <https://prefabricar.com.br/a-historia-do-pre-fabricado-no-brasil/>. Acesso em: 02 Mai 2021

**PRO**, Viva Decora. ESCADA PRÉ-MOLDADA: VEJA QUANDO USAR + 5 TIPOS PERFEITOS PARA SEU PROJETO. VEJA QUANDO USAR + 5 TIPOS PERFEITOS PARA SEU PROJETO. 2021. Disponível em:

<https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/escada-pre-moldada/>. Acesso em: 30 maio 2021.

**SERRA, S.M.B., FERREIRA, M.de A., PIGOZZO, B. N. C.** EVOLUÇÃO DOS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO. 2005. Disponível em: <https://docplayer.com.br/15141278-Evolucao-dos-pre-fabricados-de-concreto.html>. Acesso em: 30 maio 2021.

**SCHRODEN, Mariah.** CONHEÇA AS VANTAGENS DAS ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS. 2019. Disponível em: <https://www.alicerceejr.com/post/conheca-as-vantagens-das-estruturas-pre-moldadass>. Acesso em: 03 maio 2021.

**SENDEN, Henry Osório Teixeira.** SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO. 2015. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro- Rj, 2015. Cap. 5. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015768.pdf>. Acesso em: 03 junho 2021.

**SIENGE.** O QUE É INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO E PORQUE INVESTIR NISSO. 2018. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-industrializacao-na-construcao-e-por-que-investir-nisso/>. Acesso em: 31 março 2022.

**SIMÃO, C. A.** PAINÉIS DE FECHAMENTO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO. 2015. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1927/1/2017LuiseLourensini.pdf>. Acesso em: 30 maio 2021.

**STAIR, Case.** ESCADA PRÉ- EM CONCRETO EM J 0.60 A 1.20. 2019. Disponível em: <http://www.staircase.com.br/produto/221/41/escada-pr-moldada-em-concreto-em-j-060-a-120>. Acesso em: 16 maio 2021.

**TECNOSIL.** O QUE SÃO PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO E QUAL A DIFERENÇA COM OS PRÉ-FABRICADOS? 2020. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/o-que-sao-pre-moldados-de-concreto-e-qual-a-diferenca-com-os-pre-fabricados/#:~:text=Em%20primeiro%20lugar%2C%20tanto%20os,controle%20de%20qualidade%20menos%20rigoroso>. Acesso em: 29 Mai 2021.

**THÓRUS.** INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO: TENDÊNCIAS PARA A NOVA DÉCADA -. Sd Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/industrializacao-da-construcao-tendencias-para-a-nova-decada/>. Acesso em: 20 Abr 2021.

**VAN ACKER, Arnold.** MANUAL DE SISTEMAS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO. 2002. Disponível em: [http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual\\_prefabricados.pdf](http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf). Acesso em: 29 Mai 2021.

**VOTORANTIM.** ENTENDA AS FUNCIONALIDADES DE LAJES ALVEOLARES. 2013. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/negocios/entenda-as-funcionalidades-de-lajes-alveolares/>. Acesso em: 30 maio 2021.