

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**GABRIEL ZANCHETT MANCHEIN**

**UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS EM EDIFICAÇÕES**  
**RESIDENCIAIS**

LAGES  
2021

GABRIEL ZANCHETT MANCHEIN

**UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS EM EDIFICAÇÕES  
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Civil pelo Curso do  
Centro Universitário Facvest.

Orientador: Prof Aldori Batista dos  
Anjos

LAGES

2021

GABRIEL ZANCHETT MANCHEIN

**UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS EM EDIFICAÇÕES  
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Civil pelo Curso do  
Centro Universitário Facvest.

Orientador: Prof Aldori Batista dos  
Anjos

Lages, SC \_\_/ \_\_/ 2021. Nota \_\_ \_\_\_\_\_

---

Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2021

## RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de realizar um estudo para verificar a viabilidade da utilização do método construtivo de pré-moldados, tendo em vista que esse método ainda não é muito utilizado nas obras de edificações residenciais unifamiliares. Analisando assim seu custo benefício, bem como realizando uma comparação entre o sistema de painéis pré-moldados e o sistema construtivo convencional, que faz o uso de blocos cerâmicos e concreto moldado *in loco*. Através do comparativo, verificou-se um custo semelhante para as duas obras, mas o fator que se destaca no sistema de painéis pré-moldados é o seu prazo de execução. Como eles são fabricados fora do canteiro de obras, o andamento da obra é mais acelerado pois os painéis são transportados ao local da construção e apenas montados no seu lugar, sem haver a necessidade retrabalhos, como nos blocos de cerâmica. Os painéis são produzidos com as aberturas necessárias, fator que contribui também para a sua execução rápida. Sendo assim, com o prazo reduzido se tem um custo menor com a mão de obra, e os prazos estabelecidos podem ser atendidos com excelência.

Palavras-chave: **Pré-moldado; Painéis pré-moldados; Execução; Viabilidade; Métodos Construtivos.**

## **ABSTRACT**

This study aims to carry out a study to verify the feasibility of using the precast construction method, considering that this method is still not widely used in the construction of single-family residential buildings. Thus analyzing its cost-benefit, as well as making a comparison between the precast panel system and the conventional constructive system, which makes use of ceramic blocks and cast concrete in loco. Through the comparison, a similar cost was verified for the two systems, but the factor that stands out in the precast panel system is its execution time. As they are manufactured outside the construction site, the progress of the work is faster as the panels are transported to the construction site and only assembled in their place, without the need for rework, as with ceramic blocks. The panels are produced with the necessary openings, a factor that also contributes to their quick execution. Thus, with the reduced deadline, there is a lower cost of labor, and the established deadlines can be met with excellence.

Keywords: **Constructive methods; Precas panels; Execution; Feasibility.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hipódromo da Gávea .....	14
Figura 2 – Resíduo gerado no serviço de demolição .....	17
Figura 3 – Partes de um telhado de madeira. ....	19
Figura 4 – Entrada de água fria.....	20
Figura 5 – Sistema de abastecimento indireto. ....	21
Figura 6 – Exemplo de sistema modular para estruturas pré-moldadas. ....	24
Figura 7 – Sistema de painéis pré-moldados. ....	24
Figura 8 – Sistema completo de paredes.....	26
Figura 9 – Sistema de paredes de periferia.....	26
Figura 10 – Obra na fase de pintura.....	28

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação de valores entre as etapas construtivas.....	34
Gráfico 2 – Percentual das etapas em relação ao custo total .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões de painéis para sistemas de parede (fechamento) .....	25
Tabela 2 – Quadro de áreas.....	29
Tabela 3 – Prazos de execução da obra em alvenaria tradicional. ....	32
Tabela 4 – Prazos de execução da obra em painéis pré-moldados.....	33
Tabela 5 – Vantagens e Desvantagens dos pré-moldados.....	36



## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
PVC	Policloreto de Vinila

## SUMÁRIO

1.1 OBJETIVOS .....	11
1.1.1 Objetivo Geral .....	11
1.1.2 Objetivos Específicos .....	11
1.2 JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 HISTÓRICO DOS PRÉ-MOLDADOS.....	12
2.2 PRÉ-MOLDADOS NO BRASIL .....	13
<b>3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....</b>	<b>14</b>
3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO.....	15
3.1.1 Serviços Preliminares .....	15
3.1.2 Estrutura .....	17
3.1.3 Vedação.....	18
3.1.4 Cobertura .....	19
3.1.5 Instalações Hidrossanitárias.....	19
3.1.6 Instalações Elétricas .....	21
3.1.7 Acabamento .....	22
<b>4 CONSTRUÇÃO MODULAR .....</b>	<b>23</b>
4.1 PAREDES PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO.....	24
4.1.1 Sistemas Estruturais.....	25
4.2 FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS .....	27
<b>5 COMPARATIVO ENTRE SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL E UTILIZANDO PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS.....</b>	<b>28</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS DA OBRA .....	29
5.2 ANÁLISE DE ETAPAS .....	29
5.2.1 Serviços Preliminares .....	29
5.2.2 Estrutura .....	30
5.2.2.1 Fundações.....	30
5.2.2.2 Supraestrutura.....	30
5.2.3 Vedação.....	30
5.2.4 Cobertura .....	30
5.2.5 Instalações Hidrossanitárias.....	31
5.2.5 Instalações Elétricas .....	31

<b>5.2.6 Revestimento</b> .....	31
5.2.6.1 Revestimento Cerâmico .....	31
5.2.6.2 Pintura .....	32
5.3 COMPARATIVO DE PRAZOS DE EXECUÇÃO .....	32
5.4 ANÁLISE DE RESULTADOS .....	33
<b>6 VANTAGENS E DESVANTAGENS</b> .....	35
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	38

## **1 INTRODUÇÃO**

A partir da Segunda Guerra Mundial os pré-moldados começaram a ganhar mais espaço como método viável a ser utilizado na construção civil. Devido a destruição causada pela guerra, se teve a necessidade de um modo de construir mais rapidamente. Os pré-moldados atendiam muito bem essa demanda, e com o passar do tempo foram ganhando mais espaço no mercado.

Esse tipo de obra utilizando pré-moldados garante uma execução mais ágil, com maior controle de qualidade e em menor tempo de execução, trazendo consigo benefícios para o canteiro de obras, em relação a geração de resíduos e organização.

Este trabalho visa fazer uma comparação do método construtivo utilizando painéis pré-moldados e o método construtivo em alvenaria convencional (utilizando blocos cerâmicos), mostrando a importância e capacidade positiva que o método em estudo traz consigo.

Outro objetivo deste estudo é verificar as vantagens e desvantagens da utilização do pré-moldado para edificações residenciais em relação as construções de alvenaria em blocos cerâmicos.

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 Objetivo Geral**

Realizar um estudo verificando a viabilidade da utilização do método de pré-moldados em edificações residenciais.

#### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Histórico do método construtivo;
- Avaliar a viabilidade do método construtivo de pré-moldados;
- Realizar um comparativo entre o método de pré-moldados e alvenaria convencional avaliando as vantagens e desvantagens;
- Analisar o custo benefício da utilização dos pré-moldados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

No Brasil ainda não é muito utilizada a técnica de pré-moldados na construção de residências, há muita tecnologia e uma cultura muito forte do uso de alvenaria e concreto. Por este motivo, edificações feitas destes materiais são bem aceitas em residências. Tendo em vista a necessidade de urgência que muitas famílias buscam construir sua casa própria a utilização do método pré-moldado acaba sendo uma alternativa interessante.

Visando otimizar o processo construtivo de residências do tipo unifamiliar este estudo tem por objetivo analisar, quantificar e comparar os dois tipos de obras, observando as suas vantagens e desvantagens. Também verificando a sua viabilidade, observando o seu custo benefício assim como os métodos técnicos utilizados nos 2 tipos de obras.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 HISTÓRICO DOS PRÉ-MOLDADOS

Segundo Vasconcelos (2002) não se pode datar quando começou a pré-moldagem. No próprio nascimento do concreto armado já havia a pré-moldagem de elementos.

Porém Ordonéz (1974) diz que o surgimento do pré-moldado surgiu no período após a Segunda Guerra Mundial, principalmente na Europa. Com os danos estruturais causados, a falta de matéria prima e a escassez da mão de obra qualificada, se deu a necessidade de um modo de construir mais rapidamente.

De acordo com a Norma NBR 9062 (2001, p.3), pré-moldado “um elemento que é executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade”. Já o pré-fabricado “executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade”.

A utilização do concreto pré-moldado nas edificações está diretamente relacionado com uma forma de construir mais economicamente, com maior durabilidade e estruturalmente segura, diz Van Acker (2002). Segundo ele a

utilização dos pré-moldados é uma forma industrializada de construção com muitas vantagens.

Como esses elementos são produzidos fora do canteiro de obras, numa fábrica, se tem processos de produção mais eficientes e um controle de qualidade maior, conforme Van Acker (2002).

A utilização de concreto pré-fabricado pode ser dividida em três períodos, segundo Sallas (1988):

1 – 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.

2 – 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.

3 – 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.

## 2.2 PRÉ-MOLDADOS NO BRASIL

A primeira obra a utilizar os pré-moldados no Brasil foi o Hipódromo da Gávea no Rio de Janeiro, segundo Vasconcelos (2002). Executada em 1926, utilizando diversas aplicações, como por exemplo as estacas das fundações e as cercas no perímetro da área reservada ao hipódromo.

Figura 1 – Hipódromo da Gávea



Fonte: Luiz Eduardo (2009).

Muitos anos depois, a construtora Mauá, especializada em construções industriais, executou vários galpões pré-moldados no próprio canteiro de obras.

Vasconcelos (2002, p. 14) diz que:

“Em alguns, foi utilizado o processo de executar as peças deitadas umas sobre as outras numa sequência vertical, separando-as por meio de papel parafinado. Não era necessário esperar que o concreto da camada anterior endurecesse, para então executar a camada sucessiva. Esse procedimento economizava tempo e espaço no canteiro, podendo ser empilhadas até 10 peças. As formas laterais iam subindo à medida que o concreto endurecia, reduzindo assim a extensão do escoramento. Tal procedimento dava uma grande produtividade à execução das peças. Terminada a primeira pilha de 10 peças, cada peça tornava-se, ao ser removida, a “semente” de uma nova pilha de 10 a ser “plantada” em outro lugar. Assim multiplicava-se a produção de peças iguais.”

### 3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Segundo Sabbatini (1989, p. 25) “sistema construtivo é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes interrelacionados e completamente interligados pelo processo”.

Já para Barros (1996), processo construtivo é um conjunto de métodos construtivos pré-determinados, caracterizando-se também pela organização do processo de produção.

### 3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO

As etapas da obra podem ser divididas em:

- Serviços Preliminares;
- Estrutura;
- Vedação;
- Cobertura;
- Instalações Hidrossanitárias;
- Instalações Elétricas;
- Acabamento.

#### 3.1.1 Serviços Preliminares

De acordo com a DNER-ES 344/97 (1997, p. 2) serviços preliminares podem ser descritos como “[...] atividades que compreendem: a limpeza inicial do local da obra, a instalação do canteiro de obras, a instalação das utilidades provisórias (como força, luz, água, telefone, etc.), a locação da obra [...]”. Ainda segundo DNER-ES 344/97 (1997), algumas atividades prévias são necessárias antes mesmo do início da implantação do canteiro, denominadas serviços preliminares.

Entretanto Souza (2015) diz que serviços preliminares são atividades que compreendem topografia do terreno, sondagem, limpeza do terreno, movimento de terra, verificação da disponibilidade de instalações provisórias, verificações das condições de vizinhança, demolições quando necessárias e retirada dos resíduos da demolição.

##### 3.1.1.1 Sondagem

Se tem por necessidade fazer uma análise do solo local para identificar suas propriedades e seu comportamento. Para isso são realizadas sondagens que serviram de base para elaboração do projeto, afetando o planejamento da obra.

Barros e Melhado (2006) afirmam que a sondagem é um elemento fundamental. Através dela se obtém as informações necessárias para saber qual



o tipo de fundação adequada para o local que se adaptará melhor ao terreno, de acordo com as características da estrutura. Além disso, também é possível identificar o tipo de contenção adequada.

Após esse estudo, a preparação do terreno pode ser planejada, realizando as movimentações de terra, retirada de vegetação superficial e demolição quando necessária.

### 3.1.1.2 Movimentações de Terra

Quando se tem a necessidade de movimentos de terra é possível que se tenha uma das 3 situações: corte, aterro ou corte + aterro.

A situação de corte geralmente é a mais desejável pois pode minimizar os possíveis problemas de recalque que a edificação possa sofrer. Porém quando temos a terceira situação, não há a necessidade do transporte de terra para um local muito distante pois poderá ser utilizado posteriormente para o aterro. Nos casos em que existe a necessidade de aterros, deve se tomar cuidado com a compactação do terreno, conforme Barros e Melhado (2006).

### 3.1.1.3 Instalações Provisórias

As instalações provisórias são de suma importância para o canteiro de obras. Tais como instalações elétricas de força e de luz e instalações hidrossanitárias, sem as quais não o trabalho a ser iniciado fica bastante prejudicado.

Figura 2 – Resíduo gerado no serviço de demolição



Fonte: BARROS & MELHADO (2006, p. 12).

### 3.1.2 Estrutura

A estrutura garante a sustentação, estabilidade e durabilidade da construção. Uma boa estrutura permite a edificação resistir aos esforços produzidos pelo próprio peso da obra, seus ocupantes, ventos e outras sobrecargas, com bom desempenho. Podendo ser dividido em: fundação, vigas, pilares e laje.

#### 3.1.2.1 Fundações

A fundação é uma das partes mais importantes de uma edificação, pois ela é o alicerce para que a obra se mantenha resistente. Conforme Ferreira (2017) ela é constituída pelo conjunto de solo e infraestrutura com finalidade de transferir cargas a um terreno firme. Podem ser divididas em duas categorias: rasas e profundas.

Segundo a NBR 6122 (2010, p. 14) nas fundações rasas “[...] a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.”

Já as fundações profundas transmitem tensões ao solo por base e (ou) pela sua superfície lateral, com sua profundidade maior que duas vezes a sua menor dimensão, e tendo no mínimo 3,0 metros, afirma Ferreira (2017).

### 3.1.2.2 Vigas

Um dos elementos construtivos mais antigos do mundo, as vigas são um elemento estrutural horizontal das edificações, usadas para dar sustentação as lajes e distribuir o peso da cobertura entre as colunas. Ela costuma ser apoiada entre dois pilares e acima das paredes.

Podendo ser de madeira, aço, em balanço, treliçada, pré-moldada, entre outras.

### 3.1.2.3 Pilares

Segundo Scadelai e Pinheiro (2005) pilares são elementos estruturais lineares de eixo reto, geralmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes, cuja função principal é receber as ações atuantes nos diversos níveis e conduzi-las até as fundações.

Juntamente com as vigas, os pilares formam pórticos, estes responsáveis por resistir às ações verticais e horizontais, de forma a garantir a estabilidade da estrutura (SCADELAI; PINHEIRO, 2005).

### 3.1.3 Vedação

Vedações são os elementos destinados para o fechamento externo e/ou interno de uma edificação. A escolha do tipo de vedação varia conforme as necessidades do projeto, sendo que cada uma possui métodos de execução bastante peculiares.

Essa etapa “[...] serve para vedar espaços, resistir a cargas oriundas da gravidade, promover segurança, resistir a impactos à ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes.” Tauil e Nese (2010, p. 22).

Ainda segundo Tauil e Nesse (2010), a alvenaria de blocos de concreto pode proporcionar vantagens significativas no processo de racionalização da construção se comparada a outros processos mais tradicionais.

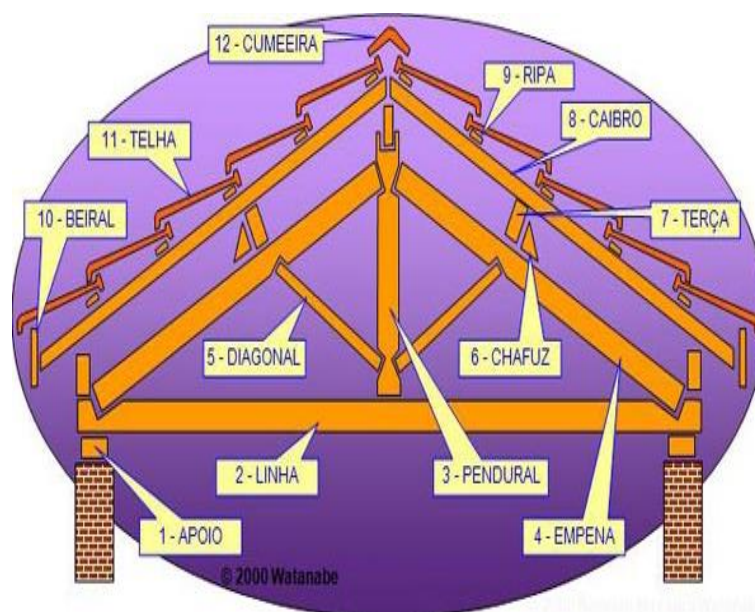
### 3.1.4 Cobertura

Após as paredes serem erguidas, se tem continuidade com o fechamento superior, a chamada cobertura, dando o acabamento final da edificação com o principal objetivo de proteger os espaços internos da ação intempéries, ventos e dar proteção em geral.

As coberturas são variadas em tipologias e formatos, podendo ser embutidas, em platibandas ou aparentes.

Segundo Pereira (2018) a cobertura tem a função de cobrir e proteger a área interna de uma edificação, evitando a entrada de água da chuva, vento, e animais, fazer isolamento acústico e térmico, e também função estética quando bem projetada.

Figura 3 – Partes de um telhado de madeira.



Fonte: Caio Pereira (2018).

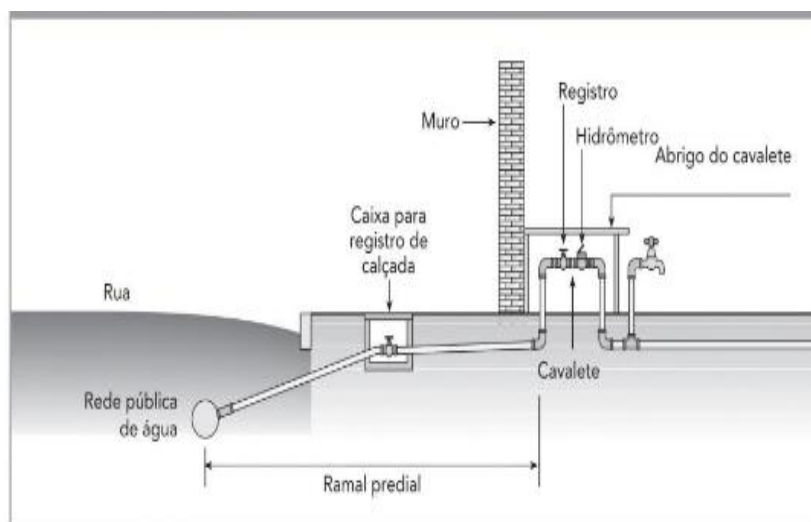
### 3.1.5 Instalações Hidrossanitárias

A partir da NBR 5626 (ABNT, 1998) se têm as recomendações relativas a projeto, execução e manutenção das instalações prediais de água fria, sendo que essas instalações devem ser projetadas de modo que atenda os seguintes requisitos:

- Preservar a portabilidade da água;

- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades que garantem o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- Possibilitar a manutenção fácil e econômica;
- Promover economia de água e energia;
- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo às demais exigências do usuário; e
- Evitar níveis de pressão sonora inadequados à ocupação do ambiente.

Figura 4 – Entrada de água fria.



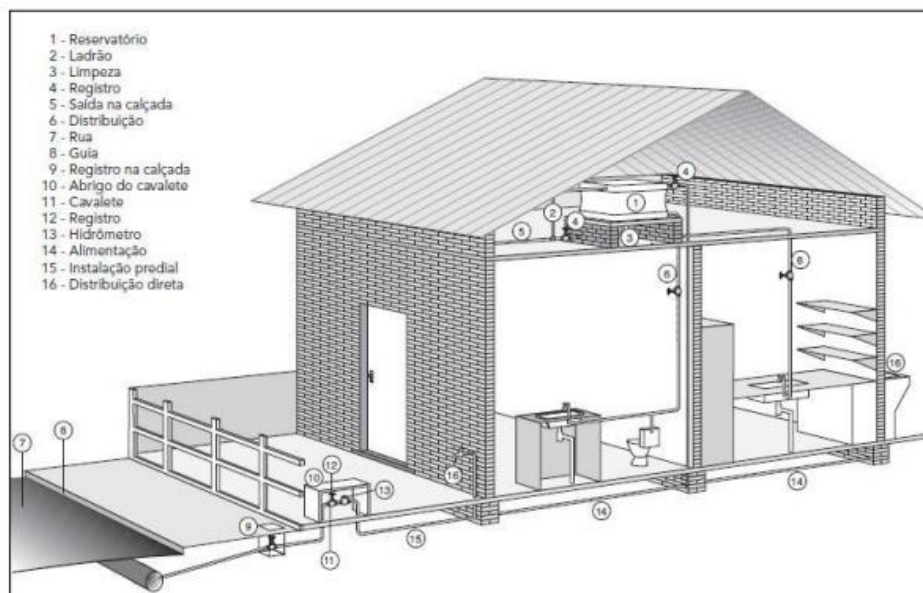
Fonte: Carvalho Junior (2013, p. 26).

Para Pavanello (2014, p.24, **apud JÚNIOR**, 2013) a instalação predial de água fria é constituída por um conjunto de tubulações, aparelhos reservatórios e dispositivos, que são destinados para o abastecimento de água dos pontos de utilização da edificação, em quantidade suficiente buscando manter a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

Pavanello (2014, p. 24) diz que:

“O sistema de abastecimento de uma edificação pode ser direto, indireto ou misto. O direto consiste em receber água somente da rede pública, o indireto é um sistema particular de abastecimento, reservatório ou poço artesiano, entre outros e, no misto, parte do abastecimento se dá por meio do reservatório e alguns pontos são abastecidos diretamente pela rede pública.”

Figura 5 – Sistema de abastecimento indireto.



Fonte: Carvalho Junior (2013, p. 35).

### 3.1.6 Instalações Elétricas

Conforme Filho (2011) diz que o objetivo de um projeto de instalações elétricas é garantir a transferência de energia de uma fonte, em geral a rede de distribuição da concessionária ou geradores particulares, até os pontos de utilização (pontos de luz, tomadas, etc.).

Projetar uma instalação elétrica consiste basicamente em:

- quantificar, determinar os tipos e localizar os pontos de utilização de energia elétrica;
- dimensionar, definir o tipo e o caminhamento dos condutores e condutos;
- dimensionar, definir o tipo e a localização dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de energia elétrica e demais acessórios.

### 3.1.7 Acabamento

O acabamento é a fase final da obra, onde são instalados os pisos e feito os revestimentos necessários para que a parede possa receber pintura.

Depois de levantada a parede, o primeiro processo de revestimento a ser feito é o chapisco. De acordo com Neves (2019) pode se dizer que ele é uma argamassa mais grossa, preparada com cimento, areia, água e aditivos para que se crie uma superfície áspera o suficiente para a próxima camada ter aderência, que é o emboço.

Chichenelli (2013) diz que a espessura do chapisco varia entre 3 mm e 5 mm, tendo o papel de cobrir a superfície com uma argamassa fina, tornando a base áspera e aderente.

Já o emboço é uma camada de revestimento que propicia a superfície a receber outra camada. Ela é utilizada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, conforme a NBR 13529 (1995).

O emboço corrige pequenas irregularidades protegendo a alvenaria contra intempéries e melhorando o seu acabamento. Tem espessura entre 1,5 cm e 2 cm (interno) e de 3 a 4 cm (fachada), segundo Chichenelli (2013).

Conforme diz a NBR 13529 (1995), o reboco é a camada de revestimento utilizada após o emboço. Ela deve propiciar uma camada que permita receber o processo final de revestimento decorativo ou que se entenda por acabamento final.

Já para Neves (2019) essa camada deve ser aplicada após a cura do emboço e tem a função básica de proporcionar um visual melhor a superfície da parede, mantendo a base lisa e pouco porosa.

Entretanto Chichenelli (2013) fala que “O reboco tem cerca de 5 mm de espessura e é a camada final que torna a textura da parede mais fina para receber pintura. Pode ser substituído pela aplicação de massa corrida. Usa argamassa de areia e cal com granulometria bem mais fina que a do emboço.”

Após o reboco vem o processo final que pode ser a pintura ou o revestimento em cerâmica. Segundo Salgado (2014) esse tipo de revestimento é largamente utilizado em áreas molhadas, tais como áreas de serviço, cozinhas e banheiros. O assentamento da cerâmica requer muito cuidado, pois devem ter

perfeito controle das juntas, que são necessárias para absorção de movimentações térmicas e estruturais.

Salgado (2014) ainda diz que a pintura além de embelezar a obra, traz consigo a ação de proteção das intempéries, assim como os desgastes naturais devido uso. Os materiais são consumidos ao longo do tempo, sendo assim a pintura da essa condição de prolongar a sua vida útil. NBR 16475 ABNT2017

#### **4 CONSTRUÇÃO MODULAR**

De acordo com Patinha (2011) a construção modular é um tipo de construção feita através de “módulos”, “caixas” ou “contentores” pré-fabricados, que são transportados até ao local de implantação, ligados entre si e colocados sobre o solo.

Entretanto segundo Freitas (2014) esse tipo de construção é caracterizada pela normalização dimensional, repetição e padronização de processos e materiais, buscando a melhoria e eficiência produtiva.

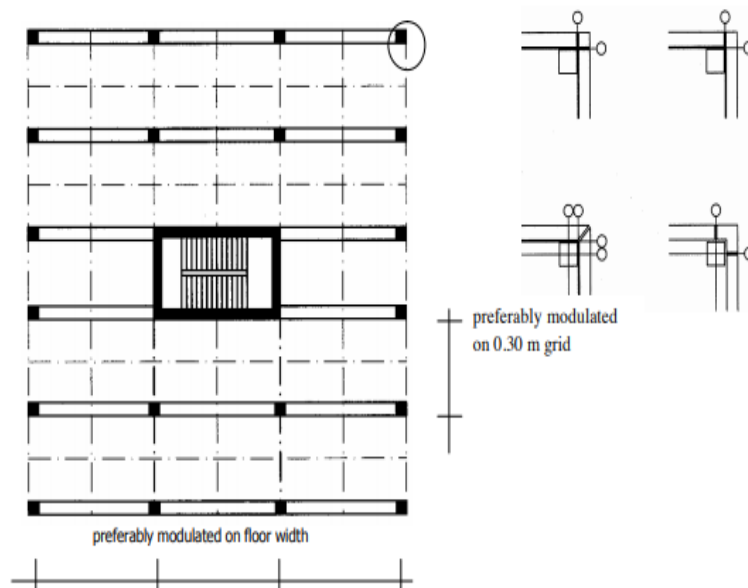
Segundo Castelo (2008), construção modular pode ser entendida como:

“Uma metodologia, que visa criar uma dimensão padrão, que racionalize a concepção e a construção de edifícios, o que permite elevar o grau de industrialização da construção, mantendo no entanto a liberdade de concepção arquitetônica dentro de valores aceitáveis.”

A modulação economicamente é um fator importantíssimo no projeto e construção de edifícios, tanto para o estrutural quanto para o acabamento. Isso fica ainda mais evidente na pré-fabricação, principalmente em relação à padronização e execução. (VAN ACKER, 2002).



Figura 6 – Exemplo de sistema modular para estruturas pré-moldadas.



Fonte: Van Acker (2002, p. 8).

#### 4.1 PAREDES PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO

Os sistemas de paredes estruturais com painéis pré-moldados são utilizados para fechamentos internos e externos em construções altas e baixas. Segundo Acker (2002), o desempenho da estabilidade estrutural, de isolamento térmico e de resistência ao fogo definiram a espessura dos painéis.

Figura 7 – Sistema de painéis pré-moldados.



Fonte: BPM Pré-Moldados (2020).

Na tabela 1 podemos ver as dimensões de espessura mais comumente utilizadas para elementos de painéis.

Tabela 1 – Dimensões de painéis para sistemas de parede (fechamento)

Aplicação	Espessura (mm)	Comprimento máximo (m)	Altura (m)
Painéis estruturais:			
▪ com lajes armadas em duas direções	180 – 240	6.00 – 14.00	3.00 – 4.50
▪ com lajes armadas em uma direção	150 – 200		
Painéis não-estruturais:	80 – 150 (180)	6.00 – 14.00	3.00 – 3.30
Poços de elevador e de escada:	180 – 200	6.00 – 14.00	3.00 – 4.00

Fonte: Van Acker, (2002, p. 97)

Van Acker (2002, p.97) ainda diz que:

“Os sistemas de parede com painéis pré-moldados de concreto são utilizados principalmente para residências e apartamentos, mas também são empregados em hotéis, hospitais ou outras edificações com funções semelhantes. Os sistemas de paredes também são utilizados com freqüência para compor núcleos centrais, poços de elevadores e paredes de contraventamento para todos os tipos de edificações. Além disso, os painéis pré-fabricados são apropriados para paredes corta fogo.”

Os painéis pré-moldados possibilitam uma construção rápida e industrializada, além de possuírem uma superfície lisa pronta para receber pintura e também resistência ao fogo de até 6 horas.

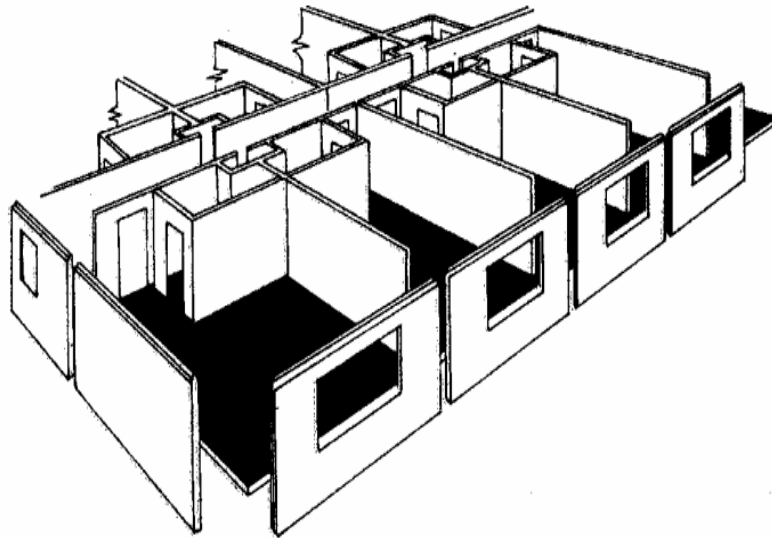
#### 4.1.1 Sistemas Estruturais

Podemos dividi-los em 2 categorias:

- Sistema de paredes integral;
- Sistema de paredes na periferia.

No sistema de paredes integral todas as paredes são de concreto pré-moldado, internas e externas. Algumas são apenas de fechamento e outras são portadoras de cargas. Geralmente os pisos são executados com lajes alveolares (VAN ACKER, 2002).

Figura 8 – Sistema completo de paredes.

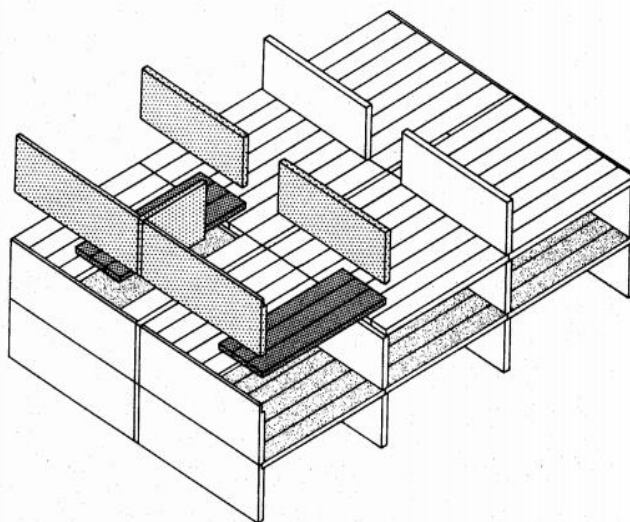


Fonte: Van Acker (2002, p. 98).

Já no sistema de paredes de periferia apenas as paredes nos contornos ou as paredes que fazem a separação dos apartamentos são pré-moldadas, e as paredes internas em blocos de alvenaria ou qualquer outro sistema de divisórias.

Nesse sistema é possível criar grandes espaços livres dentro do apartamento, fazendo com que se tenha maior flexibilidade no layout interno e também abrindo um leque para possíveis modificações futuras.

Figura 9 – Sistema de paredes de periferia.



Fonte: Van Acker (2002, p. 98).

Ainda há um sistema misto onde se tem tripla função. Estacionamento no subsolo, galerias no primeiro andar e apartamentos nos andares superiores. Sendo assim a edificação constitui-se de uma estrutura em esqueleto no subsolo, e com sistemas de paredes do primeiro andar em diante.

#### 4.2 FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS

A NBR 16475 (2017) estabelece os requisitos e procedimentos a serem atendidos no projeto, produção e na montagem de painéis de parede pré-moldados.

A moldagem dos painéis é feita na fábrica num conjunto de formas metálicas, as quais as laterais são fechadas com chapas metálicas e ganchos de travamento.

A primeira etapa é a preparação das formas para receber o concreto, a qual é feita mediante limpeza e aplicação de desmoldante. Após isso a armadura de cada painel é preparada, utilizando separadores de plástico entre as telas de armadura, que garantirão o cobrimento das mesmas. Nessa etapa também são colocados os eletrodutos, caixa de elétrica e tubulação de água fria.

Os painéis têm armações de viga baldrame na parte inferior, e de viga de respaldo na parte superior.

Posteriormente o travamento da forma metálica é realizada a concretagem. Após 22 horas é feita a desforma das peças, que devem ter atingido a resistência mínima de 10 Mpa. As peças então são retiradas das formas e levadas para a cura, com hidratação permanente por aspersão, por mais 72 horas.

Todo esse procedimento pode ser executado paralelamente a execução das fundações no canteiro de obras, garantindo assim maior agilidade na construção.

Após o transporte até o local de utilização as paredes são posicionadas no seu local definitivo sobre uma camada de argamassa, com o auxílio de equipamentos que fazem transporte vertical, como guindastes.

A ligação dos painéis é feita através de soldas, os mesmos possuem armaduras nas suas extremidades. Em seguida pode-se preencher as juntas das

paredes, com a colocação de formas metálicas entre os painéis, tornando possível o preenchimento com graute.

## **5 COMPARATIVO ENTRE SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL E UTILIZANDO PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS**

Este capítulo tem por objetivo realizar uma comparação entre os sistemas construtivos, buscando observar a viabilidade dos painéis pré-moldados.

Conforme Souza e Rufino (2017), para poder comparar os dois sistemas, foi elaborado um estudo tendo-se como base um projeto de 58,26m<sup>2</sup> de área total construída, localizado na rua Tarcísio Vilella, bairro Caçador, na cidade de Capivari de Baixo, Santa Catarina. O orçamento utilizado foi disponibilizado pela proprietária, por meio de planilhas produzidas por ela mesma. O orçamento relacionado ao sistema construtivo em paredes de concreto pré-moldado foi fornecido pela empresa Cymaco Engenharia, localizada na cidade de Florianópolis, Santa Catarina.

Abaixo temos uma foto da obra utilizada para realizar o estudo de caso.

Figura 10 – Obra na fase de pintura.



Fonte: Souza e Rufino (2017, p.64)

## 5.1 CARACTERÍSTICAS DA OBRA

Como citado anteriormente, a obra possui 58,26m<sup>2</sup> de área construída, com as respectivas áreas:

Tabela 2 – Quadro de áreas.

Cômodo	Área m <sup>2</sup>
Cozinha/Jantar	15,52
Sala	8,96
Banheiro	3,85
Quarto 1	10,2
Quarto 2	8,1
Circulação	1,6
Varanda	3,07
Total	51,3

Fonte: Souza e Rufino (2017, p.63)

A fundação foi direta (sapatas rasas). Na superestrutura foram utilizados pilares e vigas em concreto armado moldados *in loco*. Para o fechamento utilizou-se de blocos cerâmicos de 9 furos. As paredes foram revestidas de chapisco e reboco, com exceção das áreas molhadas onde foram utilizados pisos cerâmicos. A obra possui também platibanda de 1 metro de altura por toda a edificação.

## 5.2 ANÁLISE DE ETAPAS

Neste subcapítulo serão analisadas as etapas da obra, realizando um comparativo entre os sistemas construtivos em estudo.

### 5.2.1 Serviços Preliminares

Nesta etapa foram considerados os serviços necessários para que se tenha início a elaboração do projeto, conforme consta no item 3.1.1.

No método convencional seu custo representa percentual de 9,26%. Já para o método de pré-moldados representa 9,32%. Para essa etapa foram considerados os mesmos procedimentos nos dois métodos.

## **5.2.2 Estrutura**

### **5.2.2.1 Fundações**

O tipo de fundação geralmente varia de acordo com o tipo de solo. Para esta etapa foi considerado o uso de sapatas rasas com escavações manuais.

No modo convencional seu custo representa 5,51%. Para o sistema de paredes pré-moldados foi adotado o mesmo tipo de fundação, tendo em vista que o tipo de fundação utilizado é suficiente para sustentar as paredes de concreto. Para o segundo método temos um custo de 5,55% da obra.

### **5.2.2.2 Supraestrutura**

Realizada em concreto armado moldado *in loco*, na alvenaria convencional representa 22,7% do valor total da obra, composta por vigas, pilares e laje.

Nesta etapa para o método pré-moldado o valor representa 16,85%. Tendo em vista que as paredes pré-moldadas já possuem pilares e vigas embutidas em sua estrutura, observa-se uma redução de custo considerável.

## **5.2.3 Vedação**

No método convencional as paredes foram construídas utilizando blocos cerâmicos, assentados uns sob os outros se utilizando de argamassa. Representando um total de 6,62%.

No sistema de paredes pré-moldadas temos um valor de 29,56%. Como pode ser observado, um percentual maior é visto nesta etapa explicado pelo fato de que nos pré-moldados as paredes tem função estrutural, conforme o item 4.1. Uma vantagem observada aqui é de que as paredes já possuem as tubulações secas, vãos de aberturas de portas e janelas, e preparação prévia para pintura.

## **5.2.4 Cobertura**

Nesta etapa foi considerada a utilização de telhas de fibrocimento. No método convencional, representa o percentual de 8,31%.

No método pré-moldado a etapa é realizada da mesma maneira, representando 8,37% da obra.

### **5.2.5 Instalações Hidrossanitárias**

Nesta etapa no método convencional temos a necessidade de cortes na alvenaria para a passagem da tubulação de água fria, que só pode ser executada com o fim do levantamento da alvenaria. Representando 2,07% da obra.

No sistema de paredes pré-moldadas alguns materiais foram suprimidos, pois já estão embutidos na parede, como registros, conexões e tubos de PVC. Tendo uma redução no seu custo para 0,77% do total da obra.

### **5.2.5 Instalações Elétricas**

Assim como no item 5.2.5, as instalações elétricas também necessitam de cortes na parede para passagem de conduítes. Representa 5,99% da obra.

Para o sistema de paredes pré-moldadas alguns materiais já estão embutidos na parede, tais como quadros de distribuição, mangueiras corrugadas e caixas para tomadas. Observando assim uma economia, representando 4,27% da obra.

### **5.2.6 Revestimento**

No método convencional, os revestimentos considerados constam no item 3.1.7, como chapisco, emboço e reboco. Tendo um custo de 12,53%.

Já para o método de pré-moldados esta etapa pode ser dispensada, pois as paredes já tem acabamento pronto para a pintura.

#### **5.2.6.1 Revestimento Cerâmico**

Os revestimentos cerâmicos contam com pisos com porcelanato e pisos cerâmicos do tipo comum.

Foi observada uma diferença de apenas 0,06% entre o método convencional e pré-moldados, a primeira com 9,18%, a segunda com 9,24% respectivamente;



### 5.2.6.2 Pintura

Nesta etapa foi utilizado calfino na parte interna da obra no método convencional, representando assim um percentual de 4,51%.

Para o método de paredes pré-moldadas, devido ao acabamento das paredes prontas para a pintura, foi observado um percentual de 2,47% da obra.

### 5.3 COMPARATIVO DE PRAZOS DE EXECUÇÃO

Após realizada uma comparação entre os dois métodos em estudo, é possível verificar uma redução de tempo de execução significativa no método de pré-moldados. (SOUZA e RUFINO, 2017).

Tabela 3 – Prazos de execução da obra em alvenaria tradicional.

<b>Etapa da Execução</b>	<b>Data Inicial</b>	<b>Tempo (Dias Úteis)</b>	<b>Data Final</b>
Serviços Preliminares	12/01/2017	4	17/07/2017
Infraestrutura	17/01/2017	4	20/01/2017
Supraestrutura 1ª Etapa	20/01/2017	10	06/02/2017
Supraestrutura 2ª Etapa	07/02/2017	19	03/03/2017
Alvenaria	07/02/2017	5	13/02/2017
Alvenaria - Platibanda e Caixa D'água	07/03/2017	3	09/03/2017
Revestimento	10/03/2017	21	07/04/2017
<b>Total</b>		<b>66</b>	

Fonte: Souza e Rufino (2017, p.80)

Para o sistema de alvenaria convencional, observou-se um prazo de 66 dias, desde os serviços preliminares até a etapa de revestimento, que seria a fase final da obra onde se diferem os métodos.

Tabela 4 – Prazos de execução da obra em painéis pré-moldados.

<b>Etapa da Execução</b>	<b>Data Inicial</b>	<b>Tempo (Dias Úteis)</b>	<b>Data Final</b>
Serviços Preliminares	12/01/2017	4	17/07/2017
Infraestrutura	17/01/2017	4	20/01/2017
Supraestrutura 1ª Etapa	20/01/2017	10	06/02/2017
Fabricação dos Painéis	17/01/2017	5	23/01/2017
Montagem das Paredes	07/02/2017	1	07/02/2017
Grauteamento	08/02/2017	1	08/02/2017
Supraestrutura 2ª Etapa	09/02/2017	4	14/02/2017
Montagem das Paredes Platibanda e Caixa D'água	17/02/2017	1	17/02/2017
Grauteamento e Laje Caixa D'água	17/02/2017	1	17/02/2017
<b>Total</b>		<b>31</b>	

Fonte: Souza e Rufino (2017, p.81)

Já para o sistema de paredes de concreto, esse prazo cai para mais da metade, para 31 dias, observando as mesmas condições, dos serviços preliminares até a etapa de revestimento.

Essa diferença se explica pelo fato de que na alvenaria convencional se tem a necessidade de uma etapa ser finalizada para que se possa ter início da etapa subsequente, com exceção das etapas de alvenaria e supraestrutura, pois partes são executadas ao mesmo tempo. E também pelo tempo de duração do procedimento de revestimentos, como chapisco e reboco.

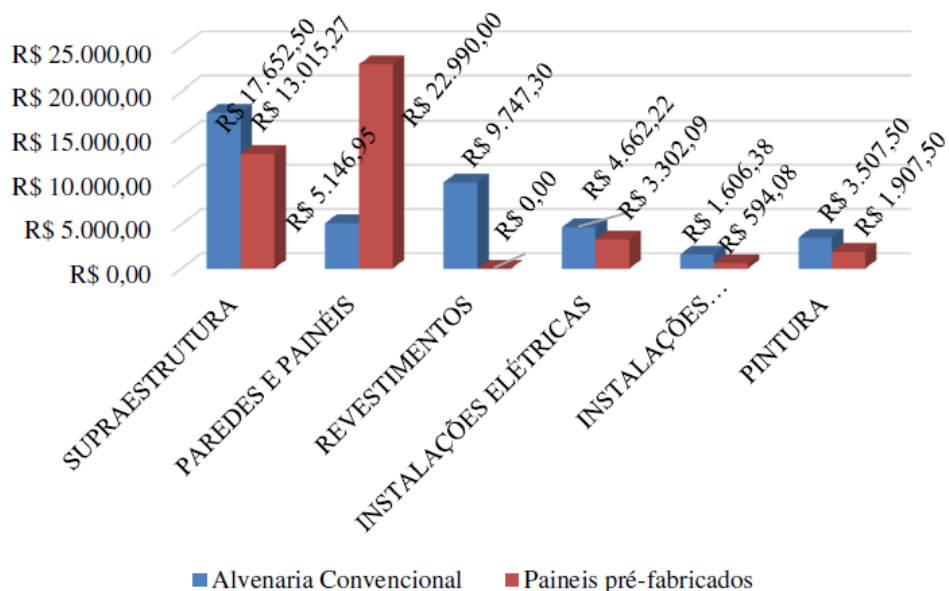
#### 5.4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Segundo Souza e Rufino (2017) os dados orçamentários referente a obra em alvenaria convencional foram fornecidos pela proprietária. Já o custo referente ao método de painéis pré-moldados foi obtido através de dados fornecidos pela empresa Cymaco Engenharia.

A obra no método convencional apresentou um custo total de R\$ 77.777,82 valor pouco maior do que no sistema de paredes de concreto, que foi de R\$ 77.263,91.

Nos gráficos a seguir podemos observar onde se encontram as maiores diferenças de preços em relação aos dois métodos.

Gráfico 1 – Relação de valores entre as etapas construtivas

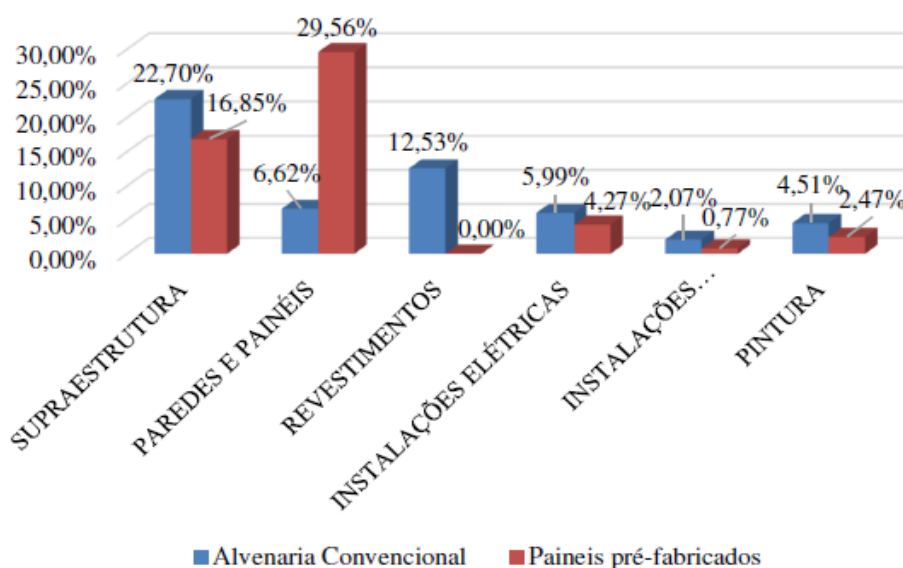


Fonte: Souza e Rufino (2017, p.78)

Neste gráfico temos apenas as etapas construtivas que apresentaram diferença considerável entre as etapas.

Pode-se observar que a maior diferença se encontra em revestimentos e paredes, conforme explicado nos itens 5.2.6 e 5.2.3 respectivamente.

Gráfico 2 – Percentual das etapas em relação ao custo total



Fonte: Souza e Rufino (2017, p.78)

No gráfico 2 podemos observar a relação das etapas referente ao custo total da obra, tendo o custo mais significativo nas paredes de concreto pré-moldado.

## 6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Após realizado o estudo comparativo podemos observar algumas vantagens e desvantagens referente aos dois métodos.

Segundo Cymaco (2019) uma obra com a utilização de paredes pré-moldados pode reduzir em até 60% do tempo de uma obra tradicional. O fato de as paredes chegarem prontas, reduz drasticamente o tempo de execução. Sem contar que os dutos e tubulações já vem incorporadas à parede, assim como as vigas baldrame e de respaldo, fazendo assim com que se tenha maior redução de tempo, o que possibilita uma casa ser construída em poucos meses.

Outra vantagem para o método pré-moldado é o controle de qualidade. Como as peças são produzidas fora do canteiro de obras, todo o processo de produção envolve um controle rigoroso na qualidade da parede, pois as peças são feitas em local apropriado, seguro e com a utilização de alta tecnologia. (SCHRODEN, 2019).

Como no método convencional a concretagem é realizada na obra, não se tem a necessidade de transporte dos painéis. Esse transporte acarreta em um gasto a mais para a obra. Outra fato que pode acarretar negativamente é de que as condições de acesso no canteiro podem não ser adequadas, tornando impossível a utilização das paredes de concreto. (DALDEGAN, 2016).

De acordo com Schwarz (2016, **apud RODRIGUES**, 2018) no método de construção convencional se tem menos limitações arquitetônicas, pois é possível fazer alterações nas paredes posteriormente.

O sistema convencional nos permite trabalhar no projeto sem limitantes, como a altura do edifício. Outra coisa que considero muito importante é que as construções de alvenaria tradicional são atemporais, pois podemos realizar reformar: retirar paredes, mudar ou acrescentar tomadas e interruptores etc. (SCHWARZ, 2016, p. 3).

Já para Acker (2002) as solicitações dos arquitetos e construtores pode ser adaptadas para quase todo tipo de edificação. Ele ainda conclui afirmando que no sistema de paredes pré-moldados é possível existir elegância

arquitetônica e variedade e eficiência, permitindo um projeto com menos limites e sem custos extras para esse fim.

Schroden (2019) também dá ênfase na durabilidade dos pré-moldados, pois seu processo produtivo é mais cuidadoso e feito com controle de qualidade.

Utilizando pré-moldados se tem um canteiro de obras mais organizado e limpo, resultado de uma produção menor de resíduos. Também se obtém uma obra mais sustentável, com baixo custo de mão de obra e manutenção. (OLIVEIRA, CHAGAS, PESSOA, MEIRA, 2015).

Tabela 5 – Vantagens e Desvantagens dos pré-moldados.

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Redução do tempo de execução	Logística
Controle de qualidade	Alterações futuras
Durabilidade	Acessibilidade do canteiro
Canteiro mais organizado	
Menor produção de resíduos	

Fonte: Autor (2021).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é o resultado de um estudo comparativo entre dois sistemas construtivos, alvenaria convencional (utilizando blocos cerâmicos), e uso dos pré-moldados para edificações residenciais, que teve como parâmetros de análises a sua viabilidade, custo benefício e tempo de execução.

O sistema de alvenaria utilizando o método convencional se utiliza de técnicas mais artesanais, utilizando-se de processos onde se tem uma maior dificuldade para se obter o controle de qualidade, e também um desperdício de materiais muito grande.

Com o sistema construtivo utilizando painéis pré-moldados, pode-se verificar um melhor aproveitamento do canteiro de obras, visto que a facilidade de organização do mesmo é mais fácil, pois os painéis vem prontos da fábrica e necessitam apenas serem colocados no lugar.

Outro fator positivo observado foi o tempo de execução, que é reduzido consideravelmente. Como existe a industrialização dessa parte estrutural, a obra

pode ter andamento sem os painéis no local, e posteriormente a sua execução é mais rápida. Além de não haver a necessidade de retrabalho, gerando assim menos resíduos, os painéis estão prontos para serem instalados e montados.

Contudo no Brasil ainda não se tem uma grande utilização deste sistema, por vários fatores. Entre eles: escassez de fornecedores, carência de mão de obra qualificada, dificuldade de logística para transporte das peças do local de fabricação até o canteiro.

Sendo assim, através desse estudo foi possível verificar a viabilidade da utilização dos pré-moldados em edificações residenciais, bem como seu tempo de execução reduzido em relação ao sistema de alvenaria convencional. Em relação ao custo não foi obtido uma diferença significativa direta, mas como a obra é realizada em um prazo menor, se tem menos gastos com mão de obra e rapidez para cumprimento dos prazos estabelecidos, sendo talvez um fator chave para sua difusão nas construções futuras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKER, Arnold Van. **Manual de Pré-Fabricados de Concreto**. FIP 2002, Tradução Marcelo Ferreira, ABCIC 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO (ABCIC). **Artigos e Pesquisas**. Disponível em <<https://www.abcic.org.br/conteudo/artigos-e-pesquisas>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529-1995: **Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.055: **Paredes de Concreto Moldado no Local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.475: **Painéis de Parede de Concreto Pré-Moldado – Requisitos e Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626-1996: **Instalação Predial de Água Fria**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122-2010: **Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062 – **Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado**. Rio de Janeiro, 1985.

BARBOSA, Ronielle da Silva. **Comparação de custos entre a utilização de alvenaria de blocos cerâmicos e painéis pré-moldados de concreto para a construção de unidades habitacionais unifamiliares**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

BARROS, M. M. S. B. (1998). **O Processo de Produção das Alvenarias Racionalizadas**. In: Seminário Vedações Verticais, 1. P.21 – 48: Anais. São Paulo. GEPE TGP.

BARROS, M. M. S. B; MELHADO, S. B. **Serviços Preliminares de Construção e Locação de Obras**. São Paulo, 2002.

BOTELHO, M. H. C. **Concreto armado: eu te amo**, Volume.II. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura**. 11ª ed. São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda, 2017.

CASTELO, J. L. C. **Desenvolvimento de modelo conceitual de sistema construtivo industrializado leve destinado à realização de edifícios metálicos**. Tese Mestrado – Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto – FEUP, 2008.

CICHINELLI, Gisele. Chapisco, emboço e reboco. **Equipe de Obra**. Ed. 55, jan., 2013. São Paulo: Pini, 2013. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075729/mod\\_resource/content/1/Chapisco%2C%20embo%20e%20reboco%20%28Equipe%20de%20Obra%2C%202013%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075729/mod_resource/content/1/Chapisco%2C%20embo%20e%20reboco%20%28Equipe%20de%20Obra%2C%202013%29.pdf)>. Acesso em: 30 mai. 2021.

CYMACO Engenharia. **4 Motivos Para Contratar Uma Construção Inteligente**. Disponível em: <<https://www.cymaco.eng.br/post/5-motivos-para-contratar-uma-construcao-inteligente>>. Acesso em 03 jun. 2021.

DALDEGAN, Eduardo. **Casas Pré-Moldadas de Concreto: Principais Vantagens e Desvantagens**. Disponível em: <<https://www.engenhariaconcreta.com/casas-pre-moldadas-de-concreto-principais-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em 09 abr. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ES 344/97. **Edificações – serviços preliminares**. Rio de Janeiro, 1997.

Estrutura de Concreto Armado: Vigas. Disponível em: <<https://construindocasas.com.br/blog/construcao/vigas/>>. Acesso em 25 mai. 2021.

FERREIRA, Rafael Alexandre. **Estudo Comparativo de Técnica e de Custo Entre Fundações Rasas**. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário do Sul de Minas. Varginha, 2017.

FETZ. **As vantagens do uso das estruturas pré-moldadas**. 2018. Disponível em: <<https://fetz.com.br/vantagens-uso-das-estruturas-pre-moldadas/>> Acesso em: 21 out. 2020.

FILHO, Domingos Leite Lima. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. 12ª ed. São Paulo. Editora Saraiva, 2011.

FREITAS, F. M. C. **Construção Modular Sustentável – Propostas de Um Projeto Tipo**. Dissertação de Mestrado – Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Portugal, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA – IBDA. **Sistema construtivo pré-fabricado, ou sistema convencional?** Disponível em <[http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=734&fb\\_comment\\_id=10150659208374067\\_10152947778504067](http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=734&fb_comment_id=10150659208374067_10152947778504067)>. Acesso em: 12 nov. 2020.

ITAMBÉ, C. **Construção modular com paredes de concreto: veja as vantagens**. Disponível em <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa->



cinzenta/construcao-modular-com-paredes-de-concreto-veja-as-vantagens/>. Acesso em: 20 mai. 2021.

LAGES, L. E. **Quatro Imagens Majestosas do Hipódromo da Gávea**. Disponível em <<http://luizeduardolages.com/coluna4.htm>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

NEVES, Antonio. **Qual a Diferença Entre Chapisco, Emboço e Reboco**. Disponível em: <<https://www.blok.com.br/blog/chapisco-emboco-reboco>>. Acesso em: 31 mai. 2021.

NORMA RODOVIÁRIA – ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO – DNER-ES 344/97. P.2 1997

OLIVEIRA, J. V. C.; CHAGAAS, L. S. V. B.; PESSOA, R. L. N.; MEIRA, F. F. D. A. **Investigação das Vantagens e Desvantagens que Ratificam a Utilização de Estruturas Pré-Fabricadas em Concreto**. Encontro Internacional de Jovens Investigadores. Edição Brasil. 2015.

ORDONEZ, J. A. F. et al (1974). **Prefabricacion: teoria y práctica**. Barcelona, Editores Técnicos Asociados. 2v.

PATINHA, S. M. P. A. **Construção Modular – Desenvolvimento da Ideia: Casa Numa Caixa**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Aveiro. Portugal, 2011.

PAVANELLO, Livia Ribeiro. **Investigação do Ruído Gerado por Instalações Hidrossanitárias em uma Edificação Multifamiliar**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

PEREIRA, Caio. **Telhados**. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tehdados/>>. Acesso em 26 mai. 2021.

PINHEIRO, Igor. **Os 10 Principais Tipos de Fundações**. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/os-principais-tipos-de-fundacoes/>>. Acesso em 25 mai. 2021.

RODRIGUES. W. M. **A Utilização do Pré-Moldado em Edificações Residenciais**. Trabalho de Conclusão de Curso. UNIDERP – Campo Grande, 2018.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SALAS, S. J. **Construção Industrializada: Pré-fabricação**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, 1988.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas: da Implantação ao Acabamento**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2014.

SCADELAI, M. A.; PINHEIRO, L. M. **Estruturas de Concreto**. FEC – Unicamp. 2005.

SCHRODEN, Maria. **Vantagens e Desvantagens das Estruturas Pré-Moldadas**. Ilha Solteira. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://www.alicerceejr.com/post/conheca-as-vantagens-das-estruturas-pre-moldadas#:~:text=as%20principais%20desvantagens%3F-,Como%20s%C3%A3o%20feitos%20os%20pr%C3%A9%20moldados%3F,processo%20de%20cura%20do%20concreto>>. Acesso em 03 jun. 2021.

SOUZA, Ângela A. **Tecnologia dos Processos Construtivos Residenciais**. Aula 1 - Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2015.

SOUZA, F. M.; RUFINO, L. M. **Construção Residencial Unifamiliar em Paredes de Concreto Pré-Moldada: Comparativo Entre Métodos Tradicional (Alvenaria Em Blocos Cerâmicos) e Pré-Moldados**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2017.

TAUIL, C. A; NESSE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo, 2010.

TELES, Alice Amorim. **Estudo comparativo entre métodos construtivos de concreto moldado in loco e concreto pré-fabricado, por meio da plataforma BIM**. Monografia de Projeto Final 2 – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

VASCONCELOS, A. C. (2002). **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo.

Vigas: 12 Tipos Essenciais que Você Precisa Conhecer. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/vigas/>>. Acesso em 20 mai. 2021.