

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Diego Dahlke

**ESTUDO DA EXECUÇÃO DE UM PAVILHÃO EM CONCRETO PRÉ-  
MOLDADO**

Santa Maria, RS  
2022  
**Diego Dahlke**

# **ESTUDO DA EXECUÇÃO DE UM PAVILHÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Civil**.

Orientador: Prof. Dr. André Lübeck

Santa Maria, RS

2022

**Diego Dahlke**

## **ESTUDO DA EXECUÇÃO DE UM PAVILHÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Civil**.

**Aprovado em 18 de fevereiro de 2022**

---

**André Lübeck, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Jaime Freiburger Junior, Dr. (UFSM)**

---

**Tuani Zat, Me. Eng. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2022

## RESUMO

# ESTUDO DA EXECUÇÃO DE UM PAVILHÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

AUTOR: DIEGO DAHLKE  
ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ LÜBECK

O pré-moldado vem se tornando cada dia mais difundido e estudado, pois traz como algumas de suas vantagens a velocidade na execução e redução de desperdícios de materiais. Para isso é necessário conhecer o sistema, suas etapas executivas e limitações. O presente trabalho trata do estudo de montagem de um pavilhão de concreto pré-moldado na cidade de Santa Maria – RS. Parte-se do princípio que o leitor não conhece os procedimentos para a execução de uma estrutura pré-moldada, assim busca-se apresentar os conceitos e características peculiares deste sistema, o qual necessita uma correta fabricação e execução para garantir um bom desempenho. Para este fim, são apresentados todos os processos envolvidos desde a fabricação dos elementos até sua montagem *in loco*. No trabalho são descritos também os serviços de logística, locação da obra e execução de todos os componentes que compõe o pavilhão em concreto pré-moldado. No estudo foi possível mostrar as principais etapas da montagem e execução dos elementos de um pavilhão pré moldado e também alguns desafios e características para a execução deste sistema.

**ABSTRACT****STUDY OF THE EXECUTION OF A PAVILION IN PRECAST CONCRETE**

AUTHOR: DIEGO DAHLKE  
ADVISOR: ANDRÉ LÜBECK

Precast is becoming more widespread and studied because it brings as some of its advantages the speed in the execution and reduction of material waste. For this, it is necessary to know the system, its executive stages and its limitations. The present work deals with the study of assembling a precast concrete pavilion in the city of Santa Maria - RS. It is assumed that the reader does not know the procedures for the execution of a precast structure, so this study seeks to present the concepts and peculiar characteristics of this system, which needs correct manufacture and execution to guarantee a good performance. For this purpose, all the processes involved are presented, from the fabrication of the elements to their on-site assembly. The work also describes the logistics services, building setting out, and execution of all components that make up the pavilion in precast concrete. In the study, it was possible to show the main stages of assembly and execution of the elements of a precast pavilion and also some challenges and characteristics for the execution of this system.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estádio Green Point, África do Sul (ICS Penetron International Ltd.).....	13
Figura 2 – Vantagens e Desvantagens do sistema pré-moldado.....	13
Figura 3 – Edifício com múltiplos pavimentos.....	14
Figura 4 – Pórtico padrão. ....	15
Figura 5 – Pilares .....	16
Figura 6 – Vigas com seções mais utilizadas. ....	16
Figura 7 – Pórtico formado por dois Braços.....	17
Figura 8– Parede de fechamento com placas simplesmente apoiadas.....	18
Figura 9– Laje.....	19
Figura 10– Encaixe com haste de metal de Braço-Pilar .....	20
Figura 11– Ligação braço-braço com chapa de metal. ....	21
Figura 12 – ligação entre pilar e placa com chapa “L” .....	22
Figura 13 – Mapa de declividades com curvas de nível.....	23
Figura 14 – Dimensões e matrícula .....	24
Figura 15 – Armadura de Pilares com Cabeça .....	25
Figura 16 – Forma para pilar .....	26
Figura 17 – Forma para Placa.....	26
Figura 18 – Pilar sendo retirado da forma.....	27
Figura 19 – Pilar de duas cabeças em processo de acabamento .....	28
Figura 20 – Ponte Rolante .....	29
Figura 21 – Armazenamento de Placas .....	29
Figura 22 – Armazenamento de Placas .....	30
Figura 23 – Armazenamento de Braços.....	30
Figura 24 – Início do processo de terraplanagem .....	32
Figura 25 – Término do processo nivelamento e terraplanagem.....	32
Figura 26 – Marcação das Coordenadas do pavilhão .....	33
Figura 27 – Linhas de Apoio .....	34
Figura 28 – Instalação de Gabaritos .....	34
Figura 29 – Motor hidráulico ligado a broca de 90cm .....	35
Figura 30 – Abertura de estaca de 30 cm dentro do bloco de 90 cm.....	36
Figura 31 – Concretagem da Base .....	37

Figura 32 – Concretagem do Colarinho.....	38
Figura 33 – Concretagem do cálice .....	39
Figura 34– Travamento de pilar com cunhas de madeira.....	39
Figura 35 – Carga de Placas de CPM .....	41
Figura 36 – Içamento de pilar com dois sistemas hidráulicos .....	42
Figura 37 – Travamento dos pilares com hastes de metal .....	43
Figura 38 – Montagem viga pré-moldada.....	44
Figura 39 – Movimentação do painel alveolar .....	45
Figura 40 – Encaixe do painel nas canaletas .....	46
Figura 41– Sistema de travamento com Chapa L.....	46
Figura 42 – Instalação dos braços.....	48
Figura 43 – Vedação das juntas entre os elementos .....	49

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>9</b>
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	10
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
2.1 CONCRETO PRÉ MOLDADO .....	12
2.2 ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS.....	12
2.3 ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS – PAVILHÃO .....	14
<b>2.3.1 Pilares.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2 Vigas .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3 Braços.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.4 Placas.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.5 Lajes Alveolares .....</b>	<b>18</b>
2.4 ELEMENTOS DE LIGAÇÃO.....	19
<b>2.4.1 Ligação Braço-Pilar .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2 Ligação Braço-Braço .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.3 Ligação Placa-Pilar .....</b>	<b>21</b>
<b>3 ETAPAS ENVOLVIDAS NO ORÇAMENTO E PRODUÇÃO DE UM PAVILHÃO DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO .....</b>	<b>23</b>
3.1 LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO.....	23
<b>3.1.1 Levantamento planialtimétrico.....</b>	<b>23</b>
3.2 PROJETO.....	23
<b>3.2.1 Viabilidade do terreno .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.2 Fundação.....</b>	<b>24</b>

3.2.3	Fabricação em Formas .....	24
3.3	FABRICAÇÃO DOS ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS .....	25
3.3.1	Armadura .....	25
3.3.2	Montagem das Formas .....	25
3.3.3	Concretagem das peças.....	27
3.3.4	Desforma .....	27
3.3.5	Acabamento .....	28
3.3.6	Armazenamento e transporte .....	28
4	ETAPAS ENVOLVIDAS NA EXECUÇÃO DE UM PAVILHÃO DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO .....	31
4.1	EQUIPE DE MONTAGEM.....	31
4.1.1	Descrição .....	31
4.1.2	Tamanho da equipe.....	31
4.2	MARCAÇÃO DA OBRA.....	31
4.2.1	Preparação do canteiro de obras .....	31
4.2.2	Locação de ponto.....	33
4.2.3	Montagem dos gabaritos .....	34
4.3	EXECUÇÃO DA FUNDAÇÃO .....	35
4.3.1	Processo.....	35
4.3.2	Concretagem da base .....	36
4.3.3	Instalação dos Colarinhos .....	37
4.3.4	Instalação dos Cálices .....	38
4.4	LOGÍSTICA.....	40
4.4.1	Apresentação .....	40
4.4.2	Cargas .....	40
4.5	MONTAGEM DOS PILARES .....	41
4.5.1	Içamento.....	41
4.5.2	Instalação .....	42
4.6	MONTAGEM DAS VIGAS .....	43
4.6.1	Içamento e instalação das vigas .....	43
4.7	PAINEL ALVEOLAR.....	44
4.7.1	Lajes alveolares protendidas em CPM.....	44
4.7.2	Grauteamento.....	45
4.8	PLACAS .....	45
4.8.1	Sistemas de encaixe por canaletas .....	45
4.8.2	Sistemas de encaixe por apoio simples .....	46
4.8.3	Acabamento das juntas no sistema placa-placa e placa-pilar.....	46
4.9	ESTRUTURA DA COBERTURA .....	47
4.9.1	Montagem dos Braços.....	47
4.9.2	Terças e Telhado .....	48
4.10	ACABAMENTOS .....	48
4.10.1	Vedação das juntas .....	48
5	CONCLUSÃO .....	50
6	REFERENCIAS .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

Materiais cimentícios, talvez sejam os materiais mais importantes na evolução da infraestrutura da humanidade (ISAIA, 2005). Segundo Isaia (2005), provavelmente entre 9000 e 7000 a.C., a cal já era utilizada como material de revestimento para pisos e paredes, além de ser aplicada, com a adição de materiais granulares, na constituição de pisos de concreto.

Dito isto, assim como os materiais cimentícios possam ter sido os mais importantes na evolução, o concreto pré-moldado pode ser um dos sistemas mais importantes para a evolução de alguns tipos de construções atuais.

O concreto pré-moldado consiste basicamente em fabricar os elementos de uma estrutura em um local diferente de seu destino. Isto possibilitou uma grande evolução para a construção civil em decorrência de facilitar processos como o desperdício de matérias e o grande tempo para fabricar os elementos no local da obra, uma vez que como no concreto pré-moldado tudo é fabricado em uma indústria, com mão de obra qualificada, rapidez, desperdício reduzido, acabamento diferenciado e facilidade de produção, proporciona uma enorme vantagem frente ao sistema convencional de concreto armado *in loco*.

O concreto pré-moldado além de ser rápido, ainda tende a possuir uma qualidade e durabilidade superior frente ao concreto moldado *in loco*. O alto controle na tecnologia utilizada em sua fabricação permite esse material de alto desempenho que se adapta perfeitamente para o tipo de obra que utiliza este sistema de pré-moldagem.

O estudo em questão tem por objetivo apresentar as etapas e processos que envolvem a montagem de um pavilhão em concreto pré-moldado na cidade de Santa Maria – RS. Nesse sentido, será apresentado o processo de fundação, montagem dos pilares, vigas, estruturas da cobertura, fechamento em placas e tipos de acabamentos utilizados pela empresa em questão.

### OBJETIVOS

#### 1.1.1 Objetivo geral

O Presente estudo busca apresentar as etapas, processos e técnicas envolvidas na execução de um pavilhão de concreto Pré-moldado na cidade de Santa Maria – RS.

#### 1.1.2 Objetivos específicos

- Mostrar aspectos da fabricação dos elementos da estrutura de um pavilhão em concreto pré-moldado em uma fábrica na cidade de Santa Maria/RS;

- Descrever as etapas da execução do pavilhão em concreto pré-moldado.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo (Mounir 2009), a construção civil tem sido considerada uma indústria atrasada quando comparada a outros ramos industriais. Mounir ainda fala que isto ocorre, de maneira geral, em virtude de ela apresentar uma baixa produtividade, grande desperdício de material e baixo controle de qualidade e apresenta vantagens e desvantagens desse sistema. As quais serão citadas abaixo:

- Desafogamento do canteiro de obras
- Velocidade de execução
- Redução do desperdício de material
- Economia de formas
- Facilidade no controle do cronograma
- Facilidade no controle da obra
- Mão de obra qualificada
- Canteiro de obras limpo

Com base nestas vantagens, entre outras, o sistema de concreto pré-moldado torna-se cada dia mais difundido e estudado. Porém, para conhecer sua correta utilização, torna-se necessário conhecer suas características executivas, visto que o sucesso do sistema depende da correta fabricação e perfeita montagem.

Assim, o presente estudo busca mostrar as etapas e características que compõe a execução de um pavilhão em concreto pré-moldado.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo apresenta em seu capítulo 2 uma revisão bibliográfica do pré-moldado e suas características e peculiaridades, bem como a apresentação de seus elementos e seus dispositivos de ligação.

O capítulo 3, traz o estudo de como são realizadas as etapas de projeto, levantamentos planialtimétricos de terrenos, orçamentos e fabricação dos elementos na fábrica.

Por fim, o capítulo 4 abrange e explica, com ajuda de todos os conceitos e características mostradas nos capítulos anteriores, como é feito o processo de logística, montagem e execução do pavilhão pré-moldado *in loco*.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONCRETO PRÉ MOLDADO

Define-se a aplicação do sistema de pré-moldagem no processo em que a estrutura, ou parte dela, é produzida em um local diferente de onde será executada. Fernández Ordoñez (1974 apud EL DEBS, 2017), traz a definição do instituto Eduardo Torroia de la Construcción y del Cemento para a industrialização da construção civil, “o emprego, de forma racional e mecanizada, de materiais, meios de transporte e técnicas construtivas para se conseguir uma maior produtividade”.

Já para Andriolo (1984), a técnica de concreto pré-moldado armado como industrial, dizendo que “o resultado da associação das evoluções apresentadas pelos arquitetos, engenheiros, fornecedores e construtores” e também ser “a otimização da mão-de-obra, da inovação de equipamentos, reutilização das peças e fôrmas”.

Assim, pode-se concluir que o sistema de pré-moldagem é um sistema industrializado, uma vez que a utilização dessa tecnologia engloba muitos fatores como a otimização das atividades de operação, logística, organização da produção e detalhamento das peças.

Atualmente, a utilização do concreto pré-moldado possui muitas aplicações com obras de diversos tamanhos e distintas características, como a construção de pontes, viadutos, tuneis, prédios e pavilhões. Bem como os elementos que possam ser englobados na obra, dentre eles os tubos, placas, estacas e painéis.

### 2.2 ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

A indústria de pré-moldados enfrenta inúmeros desafios, dentre eles a falta de conhecimento técnico dos profissionais e do público em geral, coadunado com a dificuldade de planejar e obter recursos como o acesso a financiamentos para este fim e também o desembolso rápido. Estes fatores contribuem negativamente para o desenvolvimento e difusão do pré-moldado (ALBUQUERQUE e EL DEBS, 2005).

Apesar disso, o crescimento por este tipo de construção está se desenvolvendo e ganhando um grande espaço na área da construção civil, tendo como exemplo o grande número de pavilhões voltados para o meio industrial mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Estádio Green Point, África do Sul (ICS Penetron International Ltd.)



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Est%C3%A1dio\\_da\\_Cidade\\_do\\_Cabo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Est%C3%A1dio_da_Cidade_do_Cabo)

Bem como qualquer outro sistema, o pré-moldado possui vantagens e desvantagens, desde o processo de fabricação até sua execução em campo. El Debs (2000), fala sobre essas vantagens e desvantagens que estão citadas na Figura 2

Figura 2 – Vantagens e Desvantagens do sistema pré-moldado.

<b>Vantagens:</b>	<b>Desvantagens:</b>
<i>∕∕Qualidade das peças;</i>	<i>∕∕Alto custo inicial;</i>
<i>∕∕Acabamento das peças;</i>	<i>∕∕Espaço físico necessário para produção e estoque;</i>
<i>∕∕Melhor aproveitamento das seções resistentes;</i>	<i>∕∕Espaço físico necessário para montagem da estrutura;</i>
<i>∕∕Sem interrupções em concretagens;</i>	<i>∕∕Necessidade de mão-de-obra mais qualificada;</i>
<i>∕∕Controle do cronograma;</i>	<i>∕∕Redução de vagas de emprego (na construção civil);</i>
<i>∕∕Alta velocidade de execução;</i>	<i>∕∕Problemas na resolução de juntas;</i>
<i>∕∕Mão-de-obra especializada e em menor número;</i>	<i>∕∕Necessidade de superdimensionar alguns elementos devido a riscos de transporte e instalação.</i>
<i>∕∕Canteiro de obra mais limpo e organizado;</i>	<i>∕∕Envolve custos mais elevados em relação ao transporte.</i>
<i>∕∕Redução de desperdícios;</i>	
<i>∕∕Facilidade de inserção de programas de segurança no trabalho;</i>	
<i>∕∕Menor índice de acidentes de trabalho;</i>	

Para fins de projeto, deve-se observar alguns fatores que interferem diretamente na qualidade das peças, velocidade de produção e execução em campo. Um desses fatores torna-se a padronização das peças sempre que possível, uma vez que a variação dos tamanhos, seções e comprimentos desacelera a produção e traz com ela um rendimento menor, maior custo e desgaste das formas, pois terão que ser ajustadas e reajustadas com mais frequência.

Outro fator importante, já que a maioria das obras em pré-moldados são adaptações do sistema convencional, é procurar projetar a estrutura pré-moldada de acordo com suas delimitações e características, respeitando suas limitações técnicas e processos construtivos.

Segundo Peixoto (2008), estruturas pré-moldadas não estão limitadas a pequenas alturas, uma vez que em 1964 foram construídos os primeiros prédios com o sistema pré-moldado.

Figura 3 – Edifício com múltiplos pavimentos.



Fonte: (<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/lc-costa-constroio-predio-com-pre-fabricado/>)

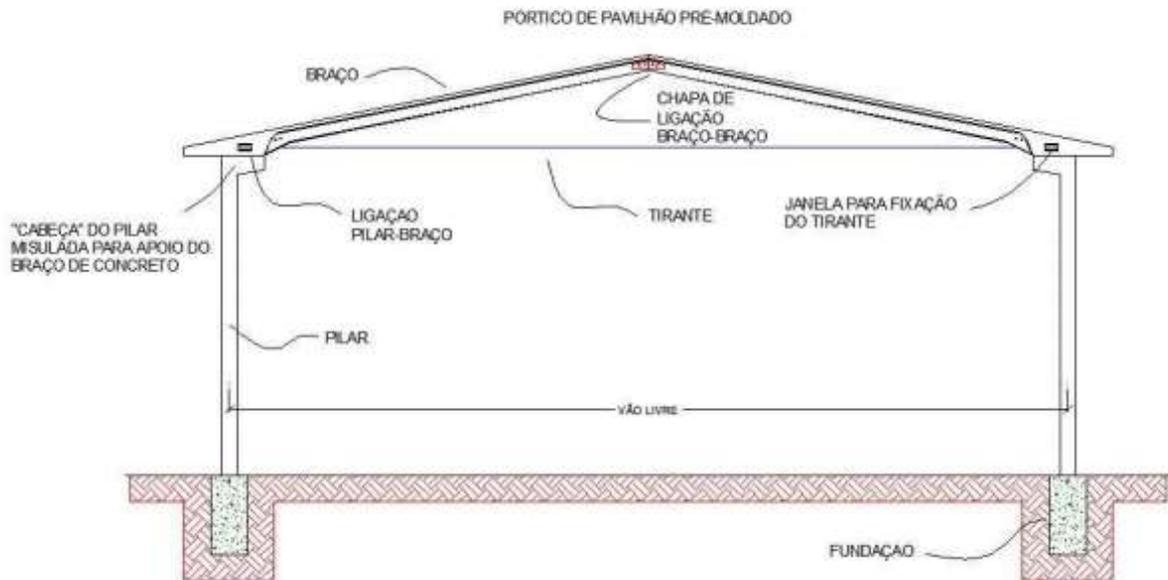
### 2.3 ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS – PAVILHÃO

Cada estrutura pré-moldada possui seus elementos construtivos e ligação entre as peças. Para o específico caso de um pavilhão pré-moldado não será diferente. Nesta parte, serão apresentados os elementos que são necessários para a construção desse pavilhão.

Uma estrutura desse tipo, geralmente consiste em uma repetição de pórticos ao longo de seu comprimento, sendo eles muitas vezes independentes entre si ou ligados por vigas e placas.

Este pórtico padrão toma a forma descrita na Figura 4.

Figura 4 – Pórtico padrão.



### 2.3.1 Pilares

A Figura 5 mostra um pilar feito em pré-moldado, sendo utilizada a seção retangular, que geralmente são as mais usadas segundo El Debs (2017). Os pilares geralmente são feitos de concreto armado e, em virtude disso, estão sujeitos a momentos fletores elevados, tornando uma das edificações mais altas um desafio a ser vencido.

O cálculo estrutural compreende o dimensionamento das seções para a flexão oblíqua e composta e também são levadas em conta as solicitações para o seu içamento e transporte, uma vez que são submetidos a vários desses esforços até serem levados e montados na obra.

No exemplo da Figura 3, o pilar possui vários sistemas de apoio, chamados de consolos, para que os demais elementos como vigas, lajes e braços possam ser apoiados. Na parte superior, ele tem sua “cabeça” alongada para o encaixe do elemento denominado Braço. Já na parte intermediária possui uma série de consolos para o apoio das vigas e lajes.

Figura 5 – Pilares

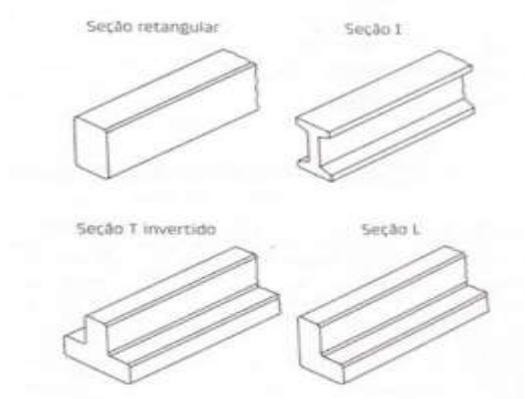


Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

### 2.3.2 Vigas

El Debs (2017), diz que as seções mais comuns e utilizadas estão descritas na Figura 6. Geralmente na construção de um pavilhão em pré-moldado as vigas são utilizadas como elementos de travamento dos pórticos ou como sistema de apoio para um próximo pavimento, mezanino ou qualquer tipo de estrutura. Essa mudança em sua utilização apresenta uma considerável diferença em sua seção transversal e esbeltez.

Figura 6 – Vigas com seções mais utilizadas



Fonte: (El Debs 2017)

### 2.3.3 Braços

Os braços geralmente são estruturas que tem a finalidade de sustentar a cobertura do pavilhão, funcionando com um sistema de tirantes. Os braços são instalados em um formato de V invertido, e em suas extremidades é usado um tirante, dimensionado para tração, para impedir o movimento horizontal do pórtico no sentido de fora de dentro. A seção transversal mais comum para fabricação dos braços torna-se a em T, como podemos observar na Figura 7.

Figura 7 – Pórtico formado por dois Braços



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

### 2.3.4 Placas

Os elementos que compõe o sistema de paredes podem ser estruturais ou apenas de vedação. Em relação a seção transversal dos painéis, eles podem ser vazados, maciços, nervurados ou sanduíche. Neste capítulo será explicado apenas o sistema de vedação com painéis maciços, uma vez que são os mais aplicados no tipo de obra em que se objetiva esse estudo.

As placas em formato de retângulo, como visto na Figura 8, geralmente com espessuras entre 80mm e 120mm, geralmente são as mais utilizadas para o processo de fechamento dos pavilhões de concreto pré-moldado.

Os modelos de encaixe variam de acordo com cada projeto e, estão compreendidos entre sistemas de encaixes simplesmente apoiados ou encaixe do tipo canaletas, em que a placa fica encaixada dentro de um sulco feito em cada pilar que a sustenta.

Figura 8 – Parede de fechamento com placas simplesmente apoiadas



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

### 2.3.5 Lajes Alveolares

El Debs (2017), apresenta que os painéis alveolares podem ser compostos de vazamentos em forma de seção circular, oval, pseudoelipse e retangular e normalmente são produzidos por um processo de extrusão em uma fôrma deslizante ou pista de concretagem, sendo cortados no tamanho desejado. Ainda segundo El Debs, a faixa de largura dos painéis está normalmente entre 1000mm e 1200mm, podendo chegar até 2500mm. Já a altura fica entre 150mm e 450mm, podendo chegar a 700mm.

As lajes geralmente possuem outros detalhes em seu formato que auxiliam em seu transporte e montagem. Esses detalhes podem ser observados na Figura 9.

Figura 9 – Laje



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

## 2.4 ELEMENTOS DE LIGAÇÃO

De acordo com a NBR 9062:2006 as ligações são definidas da seguinte forma: “dispositivos utilizados para compor um conjunto estrutural a partir de seus elementos, com a finalidade de transmitir os esforços solicitantes, em todas as fases de utilização, dentro das condições de projeto, mantendo as condições de durabilidade ao longo da vida útil da estrutura”.

Com isso, pode-se afirmar que as ligações entre elementos de pré-moldados são classificadas em dois tipos. O primeiro envolve a fase de fabricação, onde são colocados alguns dispositivos de fixação para outros elementos e chumbados no concreto armado antes da concretagem das peças. A segunda parte consiste na junção dos elementos por acessórios de metal para complementar os dispositivos instalados previamente na fábrica e assim conseguir a união dos elementos pré-moldados.

A NBR 9062:2006 cita ainda que os deslocamentos por vibrações, rotações e deformações ocasionadas por possíveis cargas acidentais devem ser consideradas no dimensionamento dos elementos de ligação. Ademais, a norma ainda menciona que a durabilidade desses elementos deve ser a mesma da estrutura, porém quando este recurso não

for possível em virtude da diferença de durabilidade que cada material apresenta, deve-se apontar e indicar o reparo, troca e inspeção desses elementos sempre que necessário.

Peixoto (2008), apresenta alguns tipos de ligações de acordo com a rigidez, dentre elas:

Rígidas: transmitem perfeita transmissão de esforços, sem que haja deslocamentos relativos (giros) entre os elementos conectados.

Semirrígidas: transmitem, de forma parcial, os momentos entre os elementos conectados, sendo permitido algum deslocamento relativo (giro).

Articuladas: não transmitem os momentos devido à deformabilidade irrestrita sem transmissão de momentos.

#### 2.4.1 Ligação Braço-Pilar

Ainda na fase de fundação, deve-se ter o cuidado de nivelar e prumar todos os pilares em sua instalação, uma vez que a imprecisão nesta etapa pode ocasionar erros na montagem e encaixe dos braços, devido à alta precisão exigida pelo sistema.

Como citado anteriormente, os pilares que irão servir de apoio para a estrutura do telhado têm uma espécie de alargamento em sua extremidade superior, a qual chama-se popularmente de console, serve para o apoio do braço. Esta extremidade possui duas hastes de metal com rosca na ponta, as quais evitam o deslocamento horizontal, para que o braço, o qual tem furos para estas hastes, possa ser instalado. Após este processo, é colocada uma porca em cada haste e o processo de ancoragem braço-pilar está completo, exemplifica-se esta ligação na Figura 10.

Figura 10 – Encaixe com haste de metal de Braço-Pilar



### 2.4.2 Ligação Braço-Braço

Depois de posicionar os braços nas hastes metálicas na posição correta, é necessário ter a precisão para que as extremidades superiores de ambos os braços, que compõem o pórtico, fiquem perfeitamente alinhadas. Exemplifica-se essa ligação com chapas de metal, com parafusos e porcas de ligação exemplificado na Figura 11.

Outro processo que está compreendido nesta etapa é a ligação dos braços com 2 tirantes de ferro, os quais são dimensionados e sofrerão esforços de tração para impedir que os braços tenham um deslocamento horizontal no sentido de dentro para fora, situação provada pelo empuxo decorrente do peso-próprio.

Figura 11 – Ligação braço-braço com chapa de metal.



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

### 2.4.3 Ligação Placa-Pilar

Este tipo de ligação para o estudo em questão será dividido em duas partes: Encaixe por canaleta e encaixe com chapas “L” em metal.

#### **Chapa “L”:**

Este tipo de encaixe ocorre quando uma placa de pré-moldado é apenas encostada em alguma face dos pilares, sendo a primeira apoiada diretamente na fundação e as demais sobre a

primeira, A ligação ocorre por meio de uma chapa de metal em “L”, a qual será presa por parafusos no pilar e nela mesma, isso pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – ligação entre pilar e placa com chapa “L”



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

### **Encaixe em canaletas:**

Esta forma de ligação não demanda nenhum tipo de acessório para sua ligação. Ele consiste na existência de uma canaleta ou ranhura nos pilares, a qual é feita ainda na fase de concretagem, conformada na forma. As placas são apenas encaixadas dentro dessa canaleta e apoiadas sobre a fundação, vale ressaltar que a precisão na montagem dos pilares é indispensável neste processo, uma vez que a medida precisa ser exata para que a placa, que ficara entre eles, não fique apertada ou com folga nas laterais, o que poderia comprometer a estrutura ou a vedação dos painéis.

### 3 ETAPAS ENVOLVIDAS NO ORÇAMENTO E PRODUÇÃO DE UM PAVILHÃO DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

#### 3.1 LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO

##### 3.1.1 Levantamento planialtimétrico

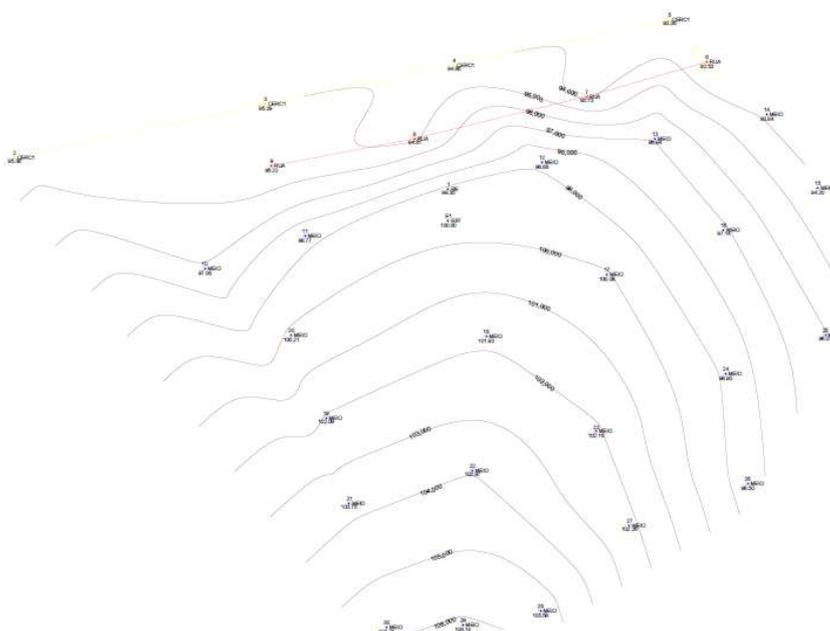
Executa-se a análise e levantamento das cotas do terreno. Para isso, utiliza-se instrumentos como uma Estação Total. Com esse aparelho, será possível medir o mapa de declividades do terreno e suas delimitações de divisas e, com isso, tem-se uma pré-visualização do terreno para que possa ser feita uma locação inicial da obra, para ser analisada pelo cliente. Da mesma forma, pode-se gerar um projeto planialtimétrico, isso pode ser visto na Figura 13

#### 3.2 PROJETO

##### 3.2.1 Viabilidade do terreno

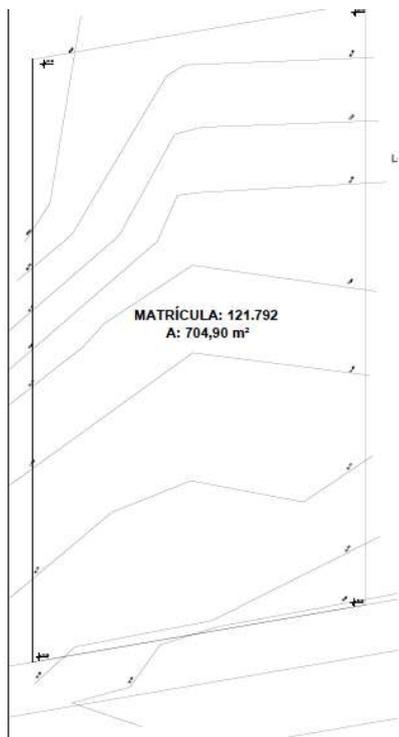
Com esses dados será possível a análise de viabilidade do terreno, Figura 14, pois calcula-se o volume de terra que será movimentada, a quantidade de cortes e aterros e, com isso será descoberta a melhor maneira para a utilização do terreno, adaptando a obra pré-moldada a essas características.

Figura 13 – Mapa de declividades com curvas de nível



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

Figura 14 – Dimensões e Matrícula



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

### 3.2.2 Fundação

Após a realização do ensaio de Sondagem a Percussão para a identificação do tipo e da resistência do solo, é feito o dimensionamento das fundações através de uma empresa terceirizada capacitada para este tipo de serviço, onde normalmente utilizam-se sapatas com cálice ou blocos sobre estaca para inserção do pilar.

### 3.2.3 Fabricação em Formas

Este processo envolve a separação dos elementos do pavilhão de CPM em partes de mesma família, como: vigas, pilares, placas e braços. Após esta etapa, são analisados e agrupados os elementos iguais, de mesma família, para que possam ser todos produzidos em série, poupando tempo e desgaste das formas, em virtude do reajuste de tamanho para cada peça.

### 3.3 FABRICAÇÃO DOS ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS

#### 3.3.1 Armadura

Após receber o projeto estrutural dos elementos pré-moldados, uma equipe de ferreiros, Figura 15, inicia a montagem e confecção das armaduras, que posteriormente serão levadas até o local das formas para a moldagem e concretagem dos elementos.

Figura 15 – Armadura de Pilares com Cabeça



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

#### 3.3.2 Montagem das Formas

As formas são feitas de chapas de aço e com regulagem para atender diferentes dimensões nas peças pré-moldadas, como pode-se observar nas Figuras 16 e 17.

De acordo com El Debs (2017), as formas são de fundamental importância na execução dos pré-moldados, pois são elas que determinam a qualidade do produto e a produtividade do processo.

Figura 16 – Forma para pilar



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Figura 17 – Forma para Placa



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Tais formas são montadas de acordo com as medidas e particularidades de cada elemento. Depois de preparada a forma, são posicionadas as armaduras em seu interior.

### 3.3.3 Concretagem das peças

O concreto é produzido na própria fábrica com emprego de dosadores e misturadores que permitem controle e repetibilidade do concreto. O controle tecnológico e de resistência do concreto também é realizado na própria empresa.

Com a montagem das formas e suas respectivas armaduras, inicia-se o processo de concretagem.

A empresa dispõe de diferentes traços de concreto específicos para as características de cada tipo de peça, tempo de desforma e demanda de resistência. Mas normalmente, após 24 horas, o concreto já atingiu uma resistência de aproximadamente de 25 Mpa, podendo ser iniciado o processo de desforma, mantendo-se um ciclo de uma concretagem por dia em cada conjunto de formas.

### 3.3.4 Desforma

Processo no qual a forma metálica é aberta e o elemento é retirado, como exemplificado na Figura 18. Além da retirada da peça, nessa etapa faz-se também a conferência das dimensões e a limpeza da forma para o próximo ciclo de concretagem.

Figura 18 – Pilar sendo retirado da forma



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

### 3.3.5 Acabamento

É comum a ocorrência de pequenos problemas de acabamento das peças devido a presença de bolhas na superfície. Os elementos, como o pilar da Figura 19, são levados para uma área onde serão feitos todos os reparos e tratamentos de possíveis defeitos, vazios e imperfeições oriundas do processo de concretagem.

Figura 19 – Pilar de duas cabeças em processo de acabamento



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

O tratamento é feito com materiais específicos para atender as necessidades de resistência ao desgaste e acabamento diferenciados.

### 3.3.6 Armazenamento e transporte

A produção das peças é setorizada dentro dos pavilhões da empresa visto que as formas são pesadas e de difícil movimentação. Assim, depois de desformadas as peças precisam ser

transportadas para o estoque, para isso os galpões contam com pontes rolantes (Figura 20), que içam os elementos e os transportam até o lugar de seu armazenamento.

Figura 20 – Ponte Rolante



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Cada elemento possui suas particularidades e características para o correto transporte e armazenamento, como exemplificadas nas Figuras 21, 22 e 23.

Figura 21 – Armazenamento de Placas



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Figura 22 – Armazenamento de Placas



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Figura 23 – Armazenamento de Braços



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

## **4 ETAPAS ENVOLVIDAS NA EXECUÇÃO DE UM PAVILHÃO DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO**

### **4.1 EQUIPE DE MONTAGEM**

#### **4.1.1 Descrição**

Diferente de obras convencionais, a equipe de montagem do pavilhão, deve ser especializada, por meio de cursos de montagem, segurança, movimentação dos elementos e armazenagem no canteiro de obras. Tudo isso em virtude dos elementos de CPM serem dimensionados para resistir aos esforços apenas em direções específicas, e ao transportar, movimentar e instalar, deve-se ter o máximo de cuidado para que não ocorra o comprometimento estrutural dos elementos.

#### **4.1.2 Tamanho da equipe**

Como citado anteriormente, uma das principais vantagens deste sistema é a evidente diminuição da mão de obra para a execução, uma vez que todas as peças são movimentadas por sistemas de içamento hidráulico e com encaixes de fácil acesso, o processo torna-se mais rápido e eficiente, demandando uma equipe muito reduzida de profissionais.

### **4.2 MARCAÇÃO DA OBRA**

#### **4.2.1 Preparação do canteiro de obras**

A empresa executora do pavilhão faz o projeto planialtimétrico e realiza o nivelamento e terraplanagem do terreno, para posteriormente ser feito o processo de locação da obra e instalação do canteiro de obras. Isso pode ser observado nas figuras 24 e 25.

Figura 24 – Início do processo de terraplanagem



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Figura 25 – Término do processo nivelamento e terraplanagem



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

#### 4.2.2 Locação de ponto

Esse processo é realizado com a auxílio de uma Estação Total como mostrado na Figura 26.

Figura 26 – Marcação das Coordenadas do pavilhão



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Os dados e medidas da obra serão carregados para dentro da estação. Com o aparelho já posicionado em campo, será feita a locação de pontos, esses pontos consistem em coordenadas, X Y e Z, que se referem aos centros dos pilares do pavilhão. Essas coordenadas são repassadas do aparelho para o terreno, e com isso, demarcando com precisão a posição exata da obra *in loco*.

### 4.2.3 Montagem dos gabaritos

Com os pontos já marcados no terreno, inicia-se a instalação dos gabaritos, exemplificados na Figura 28, para o auxílio de montagem e execução da fundação.

São colocadas linhas de apoio, Figura 27, para ter-se uma referência de nível para a realização da fundação e para o auxílio do alinhamento dos pilares.

Figura 27 – Linhas de Apoio



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Figura 28 – Instalação de Gabaritos



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

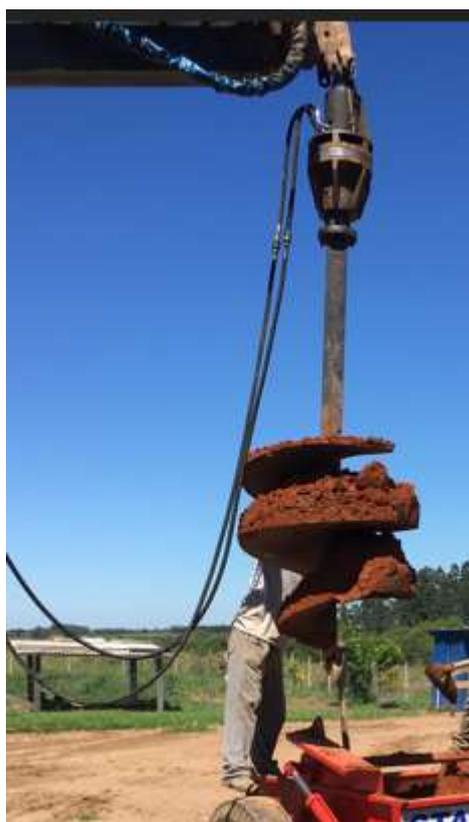
## 4.3 EXECUÇÃO DA FUNDAÇÃO

### 4.3.1 Processo

O processo de fundação é dividido em 3 etapas, sendo elas a realização de uma estaca, a concretagem da base e concretagem do bloco.

A perfuração da estaca e bloco de fundação ocorre como ilustrado na Figura 29. É utilizado um sistema de trado hidráulico, ligado ao caminhão munck. Nesse sistema, utiliza-se uma broca com diâmetro adequado e dimensionada para a abertura do bloco de fundação com estaca, ou apenas uma sapata, tudo dependera do dimensionamento em projeto. Ademais, será utilizada, a depender do estudo do solo e das cargas do pavilhão, uma broca com o diâmetro estipulado em projeto para a abertura da estaca dentro do bloco de fundação, isto fica evidenciado na Figura 30.

Figura 29 – Motor hidráulico ligado a broca de 90cm



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Figura 30 – Abertura de estaca de 30 cm dentro do bloco de 90 cm



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

#### 4.3.2 Concretagem da base

A base se refere ao nível do concreto em que o pilar pré-moldado será apoiado, evidenciando o nível da obra, ou seja, é o fundo do cálice. Esta etapa é uma das mais importantes, pois a estão vinculadas todas as medidas referentes à altura do pé-direito, nível das placas e altura do piso pronto.

Como pode-se observar na Figura 31, a concretagem da estaca e base são feitas até o nível de referência dos pilares.

Cabe ainda destacar a importância e cuidado na concretagem e instalação das armaduras para que o cobrimento mínimo da armadura seja garantido.

Figura 31 – Concretagem da Base



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

### 4.3.3 Instalação dos Colarinhos

Método desenvolvido para facilitar a instalação dos pilares, que pode ser visto de Figura 32, sendo ele compreendido como a colocação de um gabarito sobre a base, chamado de colarinho, nas dimensões e posição exatas do pilar. Este sistema permite a fácil execução na montagem dos pilares, uma vez que o pilar é encaixado dentro do colarinho, ficando pronto para o preenchimento com concreto o restante do bloco.

Figura 32 – Concretagem do Colarinho



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

#### 4.3.4 Instalação dos Cálices

Este sistema consiste em uma alternativa ao sistema de colarinho, sendo ele a instalação de uma caixa, geralmente feita de madeira, Figura 33, com uma pequena folga das medidas do pilar. Esta caixa será instalada sobre a cota de assentamento dos pilares e posteriormente concretada. Com menos de 24h será removida a caixa de madeira e ficará apenas o molde para a instalação do pilar. Geralmente usa-se este sistema para pilares com grande altura, aproximadamente acima de 10m, pois torna-se difícil o travamento do pilar com o sistema de colarinho, e no sistema em questão pode ser utilizado cunhas de madeira para o auxílio do travamento do pilar, como é visto na Figura 34.

Figura 33 – Concretagem do cálice



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

Figura 34 – Travamento de pilar com cunhas de madeira



Fonte: (Concretina Pré-Moldados).

## 4.4 LOGISTICA

### 4.4.1 Apresentação

Esse processo engloba todo e qualquer movimento que é feito com os elementos de pré-moldado desde a fábrica até a obra. Dentre eles estão, o carregamento das cargas, transporte até o local onde será feita a obra e a posição correta dos elementos no canteiro de obras. Vale ressaltar que, como as obras são na sua maioria de rápida execução, o sistema de logística se torna uma das mais importantes etapas na execução da obra.

### 4.4.2 Cargas

Vale ressaltar que cada elemento de CPM possui características específicas para o transporte, como pode-se observar na Figura 35, as placas vão apoiadas em um tipo de cavalete especial para seu transporte.

As cargas são organizadas e separadas por dois fatores: Peso e Ordem de montagem *in loco*.

Na classificação por peso é feita uma análise de todos os elementos que constituem o pavilhão a ser montado, obtendo o peso de cada elemento. Assim, define-se o caminhão que irá transportar a carga. Como os caminhões possuem capacidades diferentes, a carga é separada em função dos caminhões disponíveis.

Já na separação por ordem de montagem, o carregamento é disposto no caminhão de dois modos, o primeiro leva em conta que as peças de CPM serão instaladas diretamente do caminhão para a obra. O outro considera a possibilidade de transportar e armazenar os elementos no canteiro de obras, acarretando uma distribuição diferente na carga, uma vez que os elementos serão primeiro armazenados e depois instalados.

Figura 35 – Carga de Placas de CPM



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

## 4.5 MONTAGEM DOS PILARES

### 4.5.1 Içamento

O içamento será feito através de dois sistemas hidráulicos, geralmente compostos por guindastes ou caminhões Munck. Os sistemas serão posicionados nas extremidades do pilar, e ambos o levantaram do chão e, no ar, será executado um movimento de rotação, no qual o pilar passara da posição horizontal para a vertical. Isso fica evidente na Figura 36.

Figura 36 – Içamento de pilar com dois sistemas hidráulicos



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

#### 4.5.2 Instalação

O pilar será movimentado até a base do bloco de fundação, onde se encontrara o colarinho já instalado. Para o processo de nivelamento na vertical, são usadas hastes metálicas com regulagens, como as da Figura 37, que servem para prumar e travar o pilar na posição correta até ocorrer a concretagem do bloco.

Figura 37 – Travamento dos pilares com hastes de metal



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

## 4.6 MONTAGEM DAS VIGAS

### 4.6.1 Içamento e instalação das vigas

Cada elemento de CPM possui um sistema de ganchos para seu transporte e instalação, não sendo diferentes, as vigas possuem um sistema de ganchos para sua montagem na obra.

Cada viga é apoiada em um consolo, como o da Figura 38, que é fabricado junto com o pilar, com um sistema do tipo bi apoiada. Cada consolo, possui uma haste de aço deixada como espera para que a viga, a qual possui um furo em cada uma das suas extremidades, fique pinada por essa haste, configurando um modelo de encaixe simples. Vale ressaltar que após a instalação da viga, o encaixe da haste com o furo da viga é grauteado, para o melhor travamento do sistema viga-pilar.

Figura 38 – Montagem viga pré-moldada



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

#### 4.7 PAINEL ALVEOLAR

##### 4.7.1 Lajes alveolares protendidas em CPM

As lajes alveolares são painéis unidirecionais, vazados, protendidos. Esses painéis alcançam uma elevada capacidade de vencer vãos e suportar elevados carregamentos.

Para sua instalação, é necessário um gabarito especial na forma de pinças, conforme ilustrado na Figura 39. Essas lajes são diretamente apoiadas sobre as vigas de contorno. O transporte até o local de armazenamento no canteiro e posterior instalação são os maiores desafios visto que essas lajes, por não possuírem armadura frouxa, são muito sensíveis a esforços em direções diferentes as quais foi projetada, podendo ocorrer o seu rompimento nesta etapa.

Figura 39 – Movimentação do painel alveolar



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

#### **4.7.2 Grauteamento**

Após estarem na posição desejada, ocorre o processo de grauteamento das chaves de cisalhamento, que solidariza os painéis lateralmente. Esse processo nada mais é do que o preenchimento com graute seco e de elevada resistência no espaço lateral entre os painéis. A concretagem da capa de concreto sobre as lajes poderá ser realizada após a devida cura do processo de grauteamento.

### **4.8 PLACAS**

#### **4.8.1 Sistemas de encaixe por canaletas**

Nesse sistema, os pilares são dotados de canaletas laterais para encaixe dos painéis de fechamento. Os painéis são descidos e encaixados nessas canaletas, conforme Figura 40. Os painéis ficam travados entre os pilares dentro dessas aberturas.

Figura 40 – Encaixe do painel nas canaletas



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

#### 4.8.2 Sistemas de encaixe por apoio simples

Os painéis serão apoiados um sobre o outro, geralmente na face externa do pilar. Para o travamento dessas placas, é utilizado uma chapa L de metal, como exemplificado na Figura 41, a qual será fixada por parafusos no pilar e na placa.

Figura 41 – Sistema de travamento com Chapa L



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

#### 4.8.3 Acabamento das juntas no sistema placa-placa e placa-pilar

Como os painéis são simplesmente apoiados um sobre o outro, a ocorrência de vazios entre eles é recorrente. Para solucionar este problema, é aplicado um produto para a vedação desses vazios, geralmente um PU - 40, tanto no sentido vertical como horizontal, na parte

interna e externa do pavilhão, conferindo a ele assim estanqueidade frente a umidade e um acabamento mais homogêneo.

Vale ressaltar que após a instalação de cada placa, os ganchos de içamento são cortados, para que a próxima placa possa encaixar sobre a anterior.

## 4.9 ESTRUTURA DA COBERTURA

### 4.9.1 Montagem dos Braços

A estrutura da cobertura é formada por pórticos, cada um possui dois braços de CPM, ambos apoiados no todo de um pilar.

Para o travamento desses braços, é utilizado um tirante para o travamento da estrutura, fazendo com que o sistema braço-braço seja autossustentado para cargas gravitacionais.

Nesse sistema, são usados três guindastes hidráulicos para a instalação, o primeiro levanta o primeiro braço, o segundo levanta o segundo braço e, como geralmente o pé-direito dos pavilhões são relativamente altos, precisa-se de um terceiro guindaste com um cesto para levar o operário que faz o aparafusamento dos braços com uma chapa de aço.

Posteriormente este travamento, são instalados os tirantes um par por pórtico. Vale ainda ressaltar que só este processo não confere estabilidade total ao sistema, ficando ele dependente da instalação de terças para que não ocorra a sua movimentação lateral. Concluídas essas etapas, os guindastes de içamento podem ser removidos com segurança. Observa-se a montagem na Figura 42.

Figura 42 – Instalação dos braços



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

## 4.9.2 Terças e Telhado

Com a estrutura já posicionada, poderão ser instaladas o restante das terças. O modelo de terças utilizado varia de cada projeto, podendo ser metálicas ou em concreto protendido. Posicionadas as terças, a cobertura pode ser instalada.

## 4.10 ACABAMENTOS

### 4.10.1 Vedação das juntas

Após a estrutura ser finalizada, torna-se necessário um acabamento entre os elementos pré-moldados. Como cada elemento é apenas encaixado, a ocorrência de vazios entre as peças é frequente e poderia tornar-se um problema caso não corrigido. Usa-se um material selante do tipo PU – 40, para essa correção como visualizado na Figura 43.

Figura 43 – Vedação das juntas entre os elementos



Fonte: (Concretina Pré-Moldados)

## 5 CONCLUSÃO

Em qualquer obra, independentemente do porte ou de sua utilização, deve-se conhecer o sistema estrutural que será escolhido, pois é ele quem irá ditar o ritmo e todas as características da obra que será executada, juntamente com uma análise de onde se encontra a obra e quais suas limitações em relação a estrutura que o local oferece para sua correta execução.

Foi possível observar e concluir que todas as características desse sistema que foram mencionadas foram comprovadas através do acompanhamento para o desenvolvimento deste estudo. Sendo as mais consideráveis o tempo reduzido de execução combinado com a redução do desperdício dos materiais envolvidos em sua fabricação.

Ademais, foi estudado os processos envolvidos na montagem em obra, onde é possível concluir que não basta apenas o conhecimento teórico do funcionamento deste sistema, mas também é necessário o aprendizado das técnicas aplicadas em campo para o melhor e mais rápido resultado de execução da obra.

Portanto, como visto no corpo deste estudo, o concreto pré-moldado possui inúmeras aplicações e características, que possibilitam a sua rápida fabricação e execução, o qual acarreta em um menor desperdício de matérias, frente a obras convencionais, uma qualificação da mão de obra para sua execução, uma facilitada organização no planejamento e gestão das obras e um emprego grande de tecnologia e desenvolvimento na área do concreto armado e pretendido em sua fabricação. Cabe ainda destacar que foi possível mostrar com detalhes as principais etapas da montagem e execução desses elementos em obra, fazendo deste trabalho mais que apenas um estudo, mas também um instrumento de pesquisa e conhecimento para questionamentos e dúvidas que podem vir a surgir relacionadas ao sistema de montagem de um pavilhão de concreto pré-moldado.

## 6 REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062:2006 – **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro: ABNT. 2006.

ANDRIOLO, F. R. – **Construções de Concreto: Manual de Práticas para Controle e Execução**. São Paulo: PINI. 1984.

ALBUQUERQUE, A. T. de EL DEBS, M. K. – **Levantamento dos Sistemas Estruturais em Concreto Pré-moldado para Edifícios no Brasil**. *In* ENPPPCPM. São Carlos: 2005.

CONCRETINA PRÉ-MOLDADOS – **Arquivo Interno**. Santa Maria: 2021.

EL DEBS, M. K. – **Concreto Pré-moldado: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: IBRACON. 2005.

ISAIA, G.C – **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON. 2005.

PEIXOTO, J. V. – **Trabalho de Conclusão de Curso: Utilização dos Elementos Pré-Moldados**. Santa Maria. UFSM. 2008.