

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO MARCHESINI TREVIZANI

**ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DO SISTEMA *TILT-UP* EM UMA OBRA
INDUSTRIAL DE GRANDE PORTE**

CAMPO MOURÃO

2023

GUSTAVO MARCHESINI TREVIZANI

**ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DO SISTEMA *TILT-UP* EM UMA OBRA
INDUSTRIAL DE GRANDE PORTE**

Case study on the application of the tilt-up system in a large industrial project

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Dr. Marcelo Rodrigo Carreira

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GUSTAVO MARCHESINI TREVIZANI

**ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DO SISTEMA *TILT-UP* EM UMA OBRA
INDUSTRIAL DE GRANDE PORTE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 06/junho/2023

Marcelo Rodrigo Carreira
Doutor em Engenharia de Estruturas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ronaldo Rigobello
Doutor em Engenharia de Estruturas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ana Flávia Canales
Mestre em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2023

RESUMO

O trabalho de conclusão de curso em questão, aborda a respeito do método construtivo de origem norte americana *Tilt-Up*, que por sua vez é pouco utilizado no Brasil. O presente estudo, tem como base uma obra industrial em Cabo de Santo Agostinho - PE, uma vez que o método é favorável para obras fabris e industriais. Foram dissertadas as etapas do processo, bem como as técnicas descritas nas bibliografias. Não obstante, a pesquisa de campo percorrida apresenta-se em conformidade com a bibliografia em diversos aspectos, mesmo o sistema sendo mais consolidado em outros países. Com os processos construtivos do método abordado, fica evidente a importância que se tem o planejamento em relação aos materiais e equipamentos, para que todas as atividades sigam dentro dos prazos e do orçamento. Em suma, o método se mostrou favorável para edificação em questão, levando em consideração o tamanho da obra, e tempo de execução exigido pela contratante.

Palavras-chave: *Tilt-Up*; içamento; painel; método construtivo; planejamento.

ABSTRACT

The final paper in question, addresses the constructive system of North American origin Tilt-Up, which in turn is little used in Brazil. The present study is based on an industrial work in Cabo de Santo Agostinho - PE, since the method is favorable for manufacturing and industrial works. The stages of the process were discussed, as well as the techniques described in the bibliographies. Nevertheless, the field research discussed is in compliance with the bibliography in several aspects, even though the system is more consolidated in other countries. With the constructive processes of the method followed, the importance of planning in relation to materials and equipment is evident, so that all activities follow within deadlines and budget. In short, the method proved to be favorable for the building in question, taking into account the size of the work and the execution time required by the contractor.

Keywords: Tilt-Up; lifting; panel; constructive method; planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Uma parede sendo levantada para refeitório de Camp Perry	17
Figura 2 - Máquina niveladora do piso de concreto	21
Figura 3 - Fundação com hastes de guia	22
Figura 4 - Fundação com canaletas	22
Figura 5 - Fôrmas dos painéis com aberturas	23
Figura 6 - Fôrmas com detalhes arquitetônicos (chanfros, frisos e esquadria 45°)	24
Figura 7 - Aplicação de desmoldante sobre o piso para concretagem dos painéis	25
Figura 8 - Insertos metálicos para fixação da estrutura metálica	25
Figura 9 - Fabricação dos painéis empilhados	27
Figura 10 - Cabos conectados no painel para içamento	28
Figura 11 - Viga metálica conectada na placa	29
Figura 12 - Tarucel sendo colocado entre os painéis	30
Figura 13 - Implantação do empreendimento	31
Figura 14 - Isolamento e armação da pista de sacrifício	32
Figura 15 - Concretagem com utilização da régua vibratória	33
Figura 16 - Fôrmas travadas	35
Figura 17 - Malha de aço armada	36
Figura 18 - Reforço nos lifts (inserto de içamento)	37
Figura 19 - <i>Lift</i>	38
Figura 20 - Travamento dos insertos metálicos	38
Figura 21 - Painéis empilhados	39
Figura 22 - Montagem e posicionamento das escoras	40
Figura 23 - Trabalho de engate nos <i>lifts</i>	41
Figura 24 - Içamento do painel	41
Figura 25 - Espaçadores (<i>shims</i>)	42
Figura 26 - Fixação da estrutura metálica de cobertura nas chapas metálicas	43
Figura 27 - Retirada das escoras	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 Descrição do método <i>Tilt-Up</i>	16
4.2 Histórico <i>Tilt-Up</i>	16
4.3 Planejamento e dimensionamento	18
4.4 Etapas <i>Tilt-Up</i>	19
4.4.1 Preparação da Área Seção	19
4.4.2 Pista de sacrifício	20
4.4.3 Execução das Fundações para os painéis	21
4.4.4 Fabricação dos Painéis	23
4.4.4.1 Fôrmas	23
4.4.4.2 Desmoldante	24
4.4.4.3 Armação e componentes metálicos	25
4.4.4.4 Concretagem dos painéis	26
4.4.5 Içamento e escoramento dos painéis	27
4.4.6 Montagem da estrutura de cobertura	29
4.4.7 Acabamento	29
5 ESTUDO DE CASO	31
5.1 A edificação	31
5.2 Processo construtivo	32
5.2.1 Pista de sacrifício	32
5.2.1.1 Concretagem e acabamento do piso de sacrifício	32
5.2.2 Fundações para os painéis	34
5.2.3 Produção das placas	34
5.2.3.1 Disposição das fôrmas sobre o piso	34
5.2.3.2 Armaduras	35
5.2.3.3 Posicionamento de insertos e acessórios metálicos	37
5.2.3.4 Concretagem	39
5.2.4 Içamento dos painéis	40

5.2.4.1 Processo de içamento	40
5.2.4.2 Nível dos painéis	42
5.2.5 Escoramento interino	42
5.2.6 Fixação da estrutura metálica de cobertura nas placas	43
5.2.7 Acabamento nas juntas	44
6 ANÁLISE DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS	45
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A engenharia civil, tal qual a sociedade como um todo, sempre buscou o desenvolvimento e inovações tecnológicas. Na construção civil, essa evolução está diretamente ligada a uma produtividade maior aliada a menores custos de produção. Para alcançar tal objetivo, o uso de máquinas é imprescindível e, em suma, os trabalhos manuais com o passar do tempo foram substituídos por ferramentas e máquinas, ou seja, a produção foi cada vez mais mecanizada. (IGLESIA, 2006).

Na Construção Civil, uma das maneiras para buscar maximizar a produção, e reduzir atrasos, é a utilização de elementos pré-fabricados. Segundo El Debs (2017), a utilização desses elementos, proporciona vantagens importantes para construção civil, como: melhor controle da estrutura, tempo de construção menor, assim como um desperdício reduzido de materiais. Por fim, El Debs (2017) destaca a valorização de mão de obra e o desenvolvimento tecnológico que os sistemas pré-moldados possibilitam. (EL DEBS, 2017).

Dentre os sistemas de pré-moldados existentes, consta o método *Tilt-Up*, que por sua vez é um método que apresenta simplicidade e velocidade na produção. Como os painéis são fabricados no próprio canteiro da obra, não há necessidade de transportes dos elementos. Portanto, permite que as placas sejam dimensionadas com tamanhos maiores, bem como reduzir os custos. (OLIVEIRA, 2016).

O presente trabalho aborda os processos construtivos envolvidos na construção de uma edificação industrial empregando o sistema *Tilt-Up*. Será apresentado um estudo de caso de uma obra industrial realizada na cidade de Cabo de Santo Agostinho – PE, para só então analisar as vantagens e desvantagens do método construtivo em questão.

2 OBJETIVOS

Neste capítulo serão discorridos o objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho.

2.1 Objetivo geral

Analisar a aplicação método construtivo *Tilt-Up* na execução de uma edificação industrial de grande porte.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever o processo construtivo *Tilt-Up*;
- Desenvolver um estudo de caso sobre a aplicação do método *Tilt-Up* na execução de uma obra industrial na cidade de Cabo de Santo Agostinho - PE;
- Comparar as técnicas construtivas descritas nas bibliografias, com as executadas na obra em que o autor estagiou;
- Listar as vantagens e desvantagens do sistema construtivo *Tilt-Up*.

3 JUSTIFICATIVA

Historicamente a construção civil sofre com os constantes aumentos nos custos diretos por diversos fatores, bem como a inflação e a alta dos preços dos materiais. Do mesmo modo, a falta e/ou o dispêndio elevado dos trabalhadores qualificados tem gerado cada vez mais desafios para o setor.

Em estudo realizado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), há sete trimestres ininterruptos, os valores elevados dos insumos têm sido o principal problema da construção civil. O alto custo da mão de obra também é um grande problema, uma vez que é o maior desde o 1º trimestre/2015. (CBIC, 2022).

De acordo com Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Minas Gerais (SINDUSCON-MG), o Custo Unitário Básico (CUB/m²) teve um aumento de 17,45% no ano de 2021, não diferente do mês de janeiro em 2022 que teve alta de 4,74% - maior aumento em um único mês desde 1995 – crescimento este principalmente alavancado pelo incremento de 8,78% no custo da mão de obra. Despesas essas são explicadas pelos encargos trabalhistas no Brasil.

Além dessas questões, é inegável também que os métodos construtivos convencionais geram prazos maiores para entrega final de uma edificação quando comparados com a construção industrializada. Este é um problema que pode afetar o faturamento das indústrias, uma vez que, a depender do porte da empresa, a receita pode representar valores bem mais elevados que a própria construção, que irá receber a linha de produção. Sendo assim, o atraso na entrega final da edificação para utilização da empresa, pode acarretar prejuízos de grande monta.

Em contrapartida, a finalização da obra com antecedência traz benefícios tanto para a parte logística, quanto para a financeira.

Indubitavelmente, a participação da indústria no Produto Interno Bruto (PIB) sempre teve uma parcela considerável. Essa parcela sempre esteve acima dos 20% desde o ano de 1947. Dessa maneira, a demanda por edificações do setor industrial também representa uma importante porção para setor da construção civil. (CNI, 2022).

Além das questões já mencionadas, soma-se o fato de que, o autor deste trabalho obteve experiência na execução do sistema construtivo *Tilt-Up* durante a realização de estágio numa obra industrial na cidade de Cabo de Santo Agostinho-PE. O contato com tal sistema despertou o interesse do autor em aprofundar os conhecimentos e desenvolver o trabalho voltado para o tema do sistema construtivo norte americano.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo deste capítulo serão abordadas as etapas do processo construtivo *Tilt-Up*, com auxílio de trabalhos científicos e bibliografias pertinentes. As informações obtidas na literatura contribuirão para a realização do estudo de caso proposto.

4.1 Descrição do método *Tilt-Up*

O método *Tilt-Up*, de acordo com a *American Concrete Institute (ACI)* é “a técnica de moldagem no local de paredes em concreto em uma superfície horizontal, em seguida levantando-as ou inclinando-as para posição final”. Por essa razão, entende-se o termo “construção inclinada” para o método em questão.

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC):

O sistema *TILT-UP* consiste basicamente na execução de paredes de concreto moldadas in loco sobre um piso de concreto. Estas paredes são moldadas na horizontal, permitindo que sejam introduzidas: portas, janelas, acabamentos de fachada, revestimentos e texturas diferenciadas durante a fabricação das mesmas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM, 2016).

O empresário Walter Torre Jr, fundador da construtora WTorre Engenharia, é também um dos pioneiros quando se refere ao sistema construtivo *Tilt-Up* no Brasil. Walter define o sistema como uma das mais avançadas técnicas para construção de edificações industriais, aliando economia, velocidade de construção e possibilidade das mais diversas opções arquitetônicas para acabamento externo. (ABREU, 2015).

4.2 Histórico *Tilt-Up*

O arquiteto construtor americano Robert Hunter Aiken é considerado o pai da “construção inclinada”, ou seja, execução das paredes de uma edificação na horizontal, para só então serem inclinadas e posicionadas na vertical, como mostra a Figura 1. Aiken, publicou um artigo em 1910, no qual relatou que 2 homens levantaram uma parede de aproximadamente 76 toneladas, para isso foi usado o método de construção de mesa basculante para erguer a parede. Contudo a ausência de máquinas para executar o método de Aiken, fez com que fosse pouco útil para construções em concreto. (DAYTON, 2014).

Figura 1 - Uma parede sendo levantada para refeitório de Camp Perry



Fonte: COURTOIS (1986, p. 3)

Não é difícil imaginar que, após a guerra, surgiu uma demanda grande para construção de edifícios comerciais, residenciais e industriais. Os altos custos tanto de mão de obra quanto dos materiais de construção despertaram o interesse pela redução de custos desses insumos.

Após a II Guerra Mundial surgiram os guindastes móveis que aumentaram a capacidade de içamento das paredes de concreto permitindo que o método se tornasse uma solução rápida e econômica para construir edifícios com paredes de concreto, revolucionando a construção civil e sendo utilizado até hoje. (TILT-UP CONSTRUCTION, 2016).

A partir desses marcos históricos, o sistema construtivo norte-americano consolidou-se na Califórnia-EUA e expandiu-se para oeste dos Estados Unidos, bem como Canadá nos anos de 1955 a 1970. Não obstante, nesse período houve um desenvolvimento na produção de materiais e equipamentos específicos para o método, como por exemplo: desmoldantes, insertos e escoras. (FOLEY, 1988).

Em 1986, a *Tilt-up Concrete Association* (TCA) foi criada para estabelecer processos, bem como para garantir um padrão e um crescimento contínuo em qualidade visando a aceitação deste método de construção.

Já no Brasil a tecnologia do sistema *Tilt-Up* foi trazida pela Sociedade Torre de Vigia em 1989 para construção de um parque gráfico com aproximadamente duzentos mil metros quadrados e mil apartamentos, em Cesário Lange – SP.

Outra empresa muito importante foi a Walter Torre Jr., que em 1993 também começou a trabalhar com essa tecnologia de construção se tornando assim uma das pioneiras do sistema no Brasil. A construtora define o sistema como uma das mais avançadas técnicas para construção de edificações industriais, aliando economia, velocidade de construção e possibilidade das mais diversas opções arquitetônicas para acabamento externo. (ABREU, 2015).

Segundo a *Tilt-Up Concrete Association* (TCA), no ano de 2011 o método já estava presente em todos os estados dos Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia e Austrália. Também contava com indústrias no México, alguns países da América do Sul, e a Europa também havia recém iniciado a utilização do sistema *Tilt-Up*. (TCA, 2011).

4.3 Planejamento e dimensionamento

O método de construção *Tilt-Up* necessita de atenção especial na fase de planejamento. É nessa etapa que todo o processo de projeto e todas etapas da execução do edifício devem ser definidas. A *Cement & Concrete Association of New Zealand* (CCANZ), em 2004 publicou um manual técnico do *Tilt-Up*, no qual destaca que o tempo gasto com planejamento é pago integralmente pela execução da obra sem problemas. A CCANZ enfatiza a necessidade da equipe estar envolvida continuamente em todas etapas, bem como a importância do edifício ser totalmente projetado para o método.

Para maximizar a economia e a divisão dos painéis ser adequada, é necessário o trabalho em conjunto do Arquiteto e também do Engenheiro Estrutural, uma vez que a divisão das paredes em painéis necessita ser correta para que o içamento seja bem sucedido. (RIVERA, 2005).

É preciso destacar que os painéis assumem funções estruturais, como destaca Iglesia (2006, p.27): “Por diversas vezes, o painel trabalha como uma placa, coluna ou mesmo, muro de arrimo, em muitas vezes todas estas funções, simultaneamente.”

4.4 Etapas *Tilt-Up*

A *American Concrete Institute* (ACI) em seu Manual de Estruturas de Concreto em *Tilt-Up* 551 (2003) define a sequência comumente utilizada nas obras desse método construtivo:

1. Preparação do local da obra;
2. Concretagem e cura do piso – pista de sacrifício (importante estar bem nivelada);
3. Execução das fundações para os painéis;
4. Disposição das fôrmas sobre o piso, para concretagem e cura dos painéis;
5. Fabricação das fôrmas, concretagem e cura das fundações de suporte às escoras (caso externas);
6. Içamento e escoramento dos painéis (fixação das escoras na pista de sacrifício);
7. Montagem ou construção da cobertura ou laje superior;
8. Grauteamento da união entre os painéis e a laje de piso;
9. Remoção das escoras;
10. Acabamentos finais como pintura, posicionamento de esquadrias e limpeza;

4.4.1 Preparação da Área Seção

A preparação do local da obra, deve iniciar quando os projetos estiverem aprovados.

Todo o canteiro de obra, como escritório, armazenamento de materiais, locais de fabricação, banheiros, acesso para caminhões de concreto, entre outros componentes do canteiro de obras, deve ser alocados de maneira a resultar em economia de tempo para os fornecedores e para a equipe de campo. Em suma, as movimentações de trabalhadores e materiais devem ser revisadas para cada etapa de um projeto de *Tilt-Up*, evitando assim mudanças de última hora ou movimentos inesperados. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p. 50-52).

Dessa maneira, na fase de planejamento, é necessário conhecer todo o canteiro de obra, a fim de verificar se há área suficiente para fabricação e içamento dos painéis, uma vez que os guindastes necessitam de uma área livre, para assim

çar os painéis com segurança. Cabe destacar ainda, que a área em que o guindaste irá trabalhar deve ser nivelada e compactada, para evitar a obstrução do guindaste. (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2003, p. 33-37).

4.4.2 Pista de sacrifício

A pista de sacrífico nada mais é do que a laje a qual os painéis serão fabricados. *Slab-On-Grade* é o termo para uma laje de concreto moldada na superfície do solo. Esta mesma pista de sacrifício é utilizada para fixação das escoras quando os painéis são verticalizados, ou seja, essa laje deve resistir às forças de elevação provenientes por contraventamentos temporários. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p. 59-62).

Para esta etapa, o subleito bem compactado é essencial. Fazendo uma analogia para ilustrar a importância de um subleito bem compactado, imaginando uma placa de vidro colocada sobre um colchão. Certamente, ao submeter o vidro a uma carga pontual elevada, ele quebraria. Porém, se a mesma placa de vidro for colocada no chão, poderia caminhar sobre ela, que não quebraria. Sendo assim, fica evidente o perigo de um subleito mal executado sob uma laje de piso relativamente frágil. A TCA afirma que em um subleito compactado, e para cargas de construção para o típico edifício *Tilt-Up*, uma laje com aproximadamente 5 pol. (12,70 cm) de espessura é suficiente. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p. 63-64).

De acordo com o Eng. Francisco G. Caçador, diretor técnico da Walter Torre Jr. Construtora Ltda, essa é uma etapa muito importante para o sucesso da execução desse sistema. Sendo assim, garantir a qualidade do acabamento do piso de concreto é fundamental, que por sua vez deve ser liso polido, com textura e aspecto vítreo. Caçador ressalta ainda, que essa etapa deve ser executada com equipamentos de última geração, para garantir que os concretos sejam dosados e atinjam elevadas resistências aos esforços submetidos durante toda execução do processo, bem como o nivelamento automático a laser. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM, 2016, p. 1-2).

A Figura 2 apresenta a execução de uma pista de sacrifício, com auxílio de uma máquina niveladora do piso de concreto.

Figura 2 - Máquina niveladora do piso de concreto



Fonte: TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION (2011, p. 76)

4.4.3 Execução das Fundações para os painéis

Essa etapa do processo é feita ao mesmo tempo em que a pista de sacrifício está sendo executada. A maneira como vai ser a fundação é decidida pelo Engenheiro Projetista Estrutural, podendo ser sapatas, sapatas contínuas, ou ainda diretamente sobre blocos. (OLIVEIRA, 2016).

É válido ressaltar que as fundações necessitam de um acompanhamento topográfico, tanto para as coordenadas estarem corretas, quanto para os níveis das fundações serem exatos. Uma vez que os painéis são içados sobre fundações com canaletas específicas ou ainda “hastes de guia” para seu posicionamento. Portanto, é preciso estarem niveladas para que os painéis tenham o mesmo prumo e alinhamento superior. (ABREU, 2015).

Abaixo seguem exemplos de canaletas (Figura 3) e hastes de guia (Figura 4) sobre as fundações:

Figura 3 - Fundação com hastes de guia



Fonte: TCA (2011, p. 87)

Figura 4 - Fundação com canaletas



Fonte: Autoria própria (2021)

Blocos com canaletas, é uma solução utilizada onde as condições do solo permitem. Os blocos individuais nas juntas dos painéis são frequentemente usados para fornecer suporte aos painéis. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p.85 - 89).

4.4.4 Fabricação dos Painéis

Este tópico do trabalho aborda sobre práticas para fabricação dos painéis abrangendo fôrmas, algumas características arquitetônicas, aplicação de desmoldante, armaduras de aço, chapas metálicas e insertos para içamento.

4.4.4.1 Fôrmas

Após a pista de sacrifício atingir a resistência necessária, inicia-se a montagem das fôrmas dos painéis.

Como destacado por Abreu (2015), as placas podem ser fabricadas tanto sobre as lajes, como também sobre outros painéis (formando um “sanduíche”) que já estão concretados. É preferível que sejam moldados no local onde serão içados. (ABREU, 2015).

Figura 5 - Fôrmas dos painéis com aberturas



Fonte: TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION (2011, p. 99)

A montagem das fôrmas segue uma sequência (Figura 5). Primeiramente são posicionadas e travadas as fôrmas de borda já com os chanfros fixados (Figura 6), moldando assim o perímetro do painel. Após isso, são posicionadas e escoradas as fôrmas das aberturas (janelas e portas), também representado na Figura 6. Caso houver detalhes arquitetônicos, como por exemplo frisos, também são posicionadas no local estabelecido por projeto. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p.99 - 107).

Figura 6 - Fôrmas com detalhes arquitetônicos (chanfros, frisos e esquadria 45°)



Fonte: TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION (2011, p. 103)

4.4.4.2 Desmoldante

Após as fôrmas estarem posicionadas e travadas, bem como os detalhes arquitetônicos estarem prontos, é aplicado um desmoldante. Southcott e Tovey (1998) definem esse material como: composto químico que forma uma camada de barreira à prova d'água na superfície do concreto.

Esse composto é utilizado para evitar a aderência entre o concreto fresco e o concreto curado, bem como para facilitar a retirada das fôrmas para reutilização. O desmoldante deve ser aplicado de maneira correta para permitir que o içamento do painel seja bem sucedido. Assim, o desmoldante deve ser aplicado uniformemente, na proporção correta por metro quadrado e deve cobrir totalmente a superfície, podendo ser aplicado por *spray*, pincel ou rolo como na Figura 7. (SCOUTHCOTT; TOVEY, 1998, p. 5-7).

Figura 7 - Aplicação de desmoldante sobre o piso para concretagem dos painéis



Fonte: ABREU (2015, p. 38)

4.4.4.3 Armação e componentes metálicos

Os painéis são projetados de maneira individual levando em conta o processo de içamento, bem como as aberturas existentes em cada um. Dessa maneira, os detalhamentos do posicionamento de reforços, localização de insertos de içamento e chapas metálicas (Figura 8) serão fornecidos individualmente para cada painel. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p.117 - 124).

Scouthcott e Tovey (1998) destacam ainda que conexões de chapas soldadas, fixações de aço para vigas e outros itens também devem ser posicionadas com precisão e segurança. O reforço usado para assegurar a posição desses componentes, pode ser fixado com arame ou ainda por meio de solda na amadura principal do painel. (SCOUTHCOTT; TOVEY, 1998, p. 7).

Figura 8 - Insertos metálicos para fixação da estrutura metálica



Fonte: IGLESIA (2006, p. 39)

Além disso, a malha de aço ou ainda as armaduras que são especificadas no projeto, devem respeitar o cobrimento mínimo do concreto. Para posicionar o aço na altura correta são utilizados espaçadores.

4.4.4.4 Concretagem dos painéis

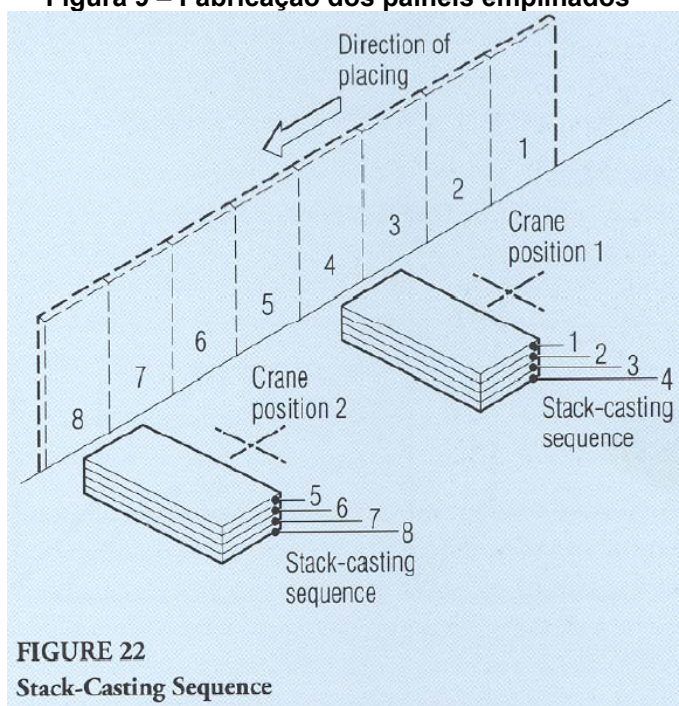
Antes de iniciar a concretagem, é imprescindível a verificação final de todos os componentes de aço, bem como os detalhes arquitetônicos e posição das fôrmas e esquadrias, garantindo assim que não falte algum item e que a posição esteja de acordo com projeto.

Após as verificações, inicia-se a concretagem.

Uma vez que o lançamento do concreto tenha começado, é importante manter o fluxo de concretagem. Desta maneira, à medida que a concretagem preenche as fôrmas, parte da equipe deve começar a vibrar o concreto fresco dentro e ao redor de todos os itens embutidos. Outro detalhe importante, e bem comum, é a concretagem de painéis que têm a mesma fôrma, o concreto deve ser distribuído uniformemente em ambos os lados da fôrma para reduzir as chances da fôrma empenar. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p.129 - 132).

Uma técnica de fabricação utilizada é a de “sanduíche de painéis”. Quando os painéis são empilhados, a ordem de fabricação deve refletir a ordem de montagem para evitar o manuseio duplo dos painéis, ou ainda ter que erguer um entre os já colocados, conforme ilustrado na Figura 9. O número de painéis na pilha é controlado pelo número que pode ser erguido sem manuseio duplo e por considerações de concretagem e acabamento. Sugere-se um limite de 90 cm de altura. (CCANZ, 2004, p24 - 25).

Figura 9 – Fabricação dos painéis empilhados



Fonte: CEMENT & CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND. TILT-UP TECHNICAL MANUAL 34 (2004, p.25)

4.4.5 Içamento e escoramento dos painéis

Antes de iniciar o içamento das placas, uma inspeção completa entre o empreiteiro e o operador do guindaste evitará mal entendidos e atrasos. Geralmente, os painéis devem ser içados progressivamente a partir de uma extremidade do edifício. A sequência de montagem, sempre que possível, deve ser projetada para evitar o manuseio múltiplo dos painéis. (SCOUTHOTT; TOVEY, 1998, p. 2-8).

Para realizar o içamento dos painéis, se faz necessário um plano de içamento. Conhecido como Plano *Rigging*. A empresa Rigging Brasil define o objetivo deste plano como:

O Plano de *Rigging* tem como principal finalidade planejar e simular a operação de movimentação de carga por meio do estudo da carga a ser içada, dos equipamentos e acessórios utilizados, condições do solo e influência do vento na operação, entre outros fatores que podem ser incorporados na operação. (RIGGING BRASIL, 2021).

As limitações de içamento (altura, alcance e capacidade de carga) do guindaste escolhido devem ser cuidadosamente examinadas. Como regra geral, a capacidade do guindaste deve ser de duas a três vezes o peso máximo do painel.

Desmontar, mover e instalar em um novo local leva um tempo considerável e é completamente improdutivo. Portanto, quanto mais painéis um guindaste puder erguer de uma determinada posição, mais eficiente será a operação. (CEMENT & CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND. TILT-UP TECHNICAL MANUAL 34 2004, p.29 – 30).

Em relação ao escoramento, as escoras são conectadas às placas antes do içamento, como ilustra a Figura 10. Assim que o painel se encontrar verticalizado, na sua posição final, as escoras devem ser conectadas a pista de sacrifício, ou ainda algum sistema de ancoragem temporário. O processo normal é que um trabalhador segura a escora na posição desejada enquanto outro faz o furo de tamanho adequado na laje do piso, em seguida é colocado o parafuso para fixação que é usado para prender a escora. Desta maneira, o painel ficará estável, e somente após esse travamento o guindaste libera a placa. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p.139 - 158).

Figura 10 - Cabos conectados no painel para içamento



Fonte: TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION (2011, p. 150)

Para garantir que o nível das placas esteja correto devem ser usados calços de plástico rígido (almofadas de nivelamento) para posicionar o painel na altura e no nível do projeto. (CCANZ, 2004).

4.4.6 Montagem da estrutura de cobertura

À medida em que o içamento dos painéis avança, a fixação da estrutura metálica de cobertura nas placas é iniciada. As vigas metálicas são conectadas nas chapas metálicas por meio de solda e parafusos (ABREU, 2015). Sendo assim, proporciona a estabilidade da edificação. Como mostra a Figura 11:

Figura 11 - Viga metálica conectada na placa



Fonte: TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION (2011, p. 179)

4.4.7 Acabamento

Após retirar as escoras, inicia-se o processo do tratamento das juntas. Esta etapa é muito importante, pois uma execução bem feita evita futuras patologias, como por exemplo infiltrações. Para iniciar o tratamento das juntas, a superfície de contato deve ser completamente limpa para garantir a aderência do poliuretano (PU). Antes da aplicação do PU, é colocado o tarucel (Figura 12), garantindo assim que junta permaneça flexível para acomodar o movimento da junta de expansão e contração da parede. (TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION, 2011, p.191).

Figura 12 - Tarucel sendo colocado entre os painéis



Fonte: TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION (2011, p. 191)

5 ESTUDO DE CASO

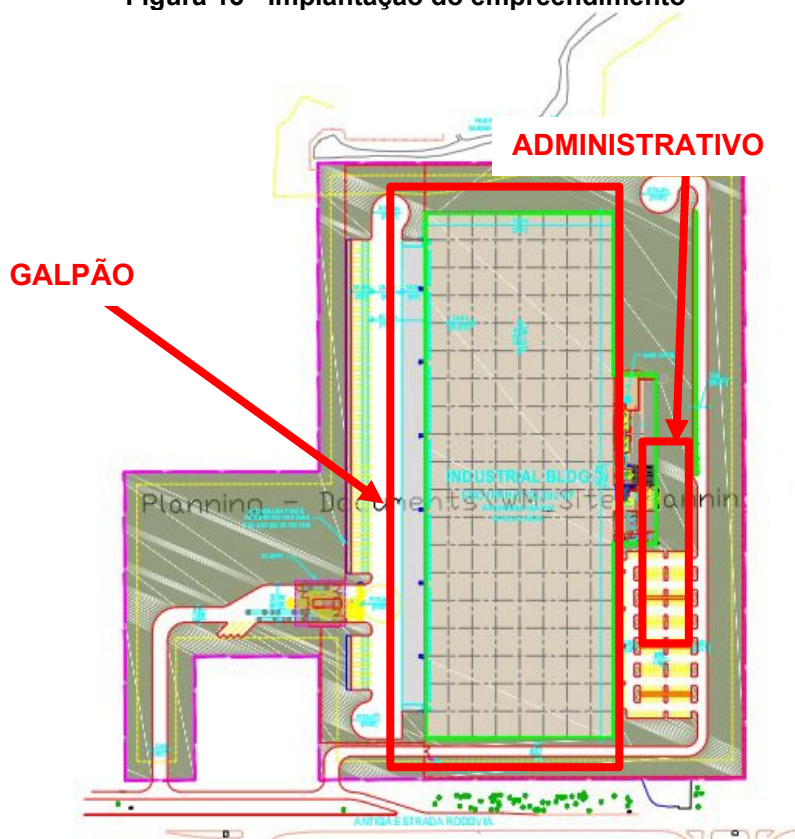
O objeto de estudo de caso refere-se à edificação localizada em Pernambuco.

5.1 A edificação

A obra em questão possui dimensões de 153 x 428 m com pé direito de 16,75m. A edificação em questão conta também com mais uma área denominada como administrativo (Figura 13) de 35 x 144 metros com pé direito de 8,30 m.

Desta maneira, possui uma área de aproximadamente 70.000 m², sendo os vãos entre pilares de 22,50 m, característica essa comum em obras para instalações fabris ou ainda industriais.

Figura 13 - Implantação do empreendimento



Fonte: GUARNIERI ENGENHARIA

5.2 Processo construtivo

5.2.1 Pista de sacrifício

Este é considerado o marco inicial da obra, quando o sistema construtivo utilizado é o *Tilt-Up*, uma vez que, os painéis são fabricados sobre essa pista de sacrifício, bem como as escoras são fixadas nesta mesma pista de concreto. O piso executado teve em média 19,00 a 22,00 m de comprimento, totalizando aproximadamente 22.000 m² de pista de sacrifício.

Na obra em questão, após o subleito estar devidamente compactado e regularizado, iniciou-se a execução do piso. Para tal etapa cabe destacar a importância do isolamento entre o concreto e o subleito, com objetivo principal de diminuir o coeficiente de atrito entre os mesmos, assim como evitar a contaminação do concreto. Dessa maneira foi utilizado lonas pretas (Figura 14).

A pista em questão, possuía uma média de 10 cm de espessura e foi usado concreto com $f_{ck} = 20$ MPa. O piso foi armado com tela de aço soldada nervurada CA-60, Q-92. Foram utilizados espaçadores tipo “W” com altura de 7 cm, com média de uma unidade por metro quadrado, como mostrado na Figura 14.

Figura 14 – Isolamento e armação da pista de sacrifício



Fonte: Autoria própria (2021)

5.2.1.1 Concretagem e acabamento do piso de sacrifício

Como já mencionado no tópico 4.4.2 o Eng. Francisco G. Caçador enfatiza a importância do acabamento do piso ser de alta qualidade, como a produção das

placas se dão sobre a pista de sacrifício, conseqüentemente as irregularidades da pista serão refletidas quando os painéis forem verticalizados.

Para garantir a qualidade do acabamento, foram utilizadas as ferramentas régua vibratória e acabadores de superfície (Figura 15). Dessa maneira, o desempenho mecânico do concreto assegura que as protuberâncias e vales sejam removidos.

Figura 15 – Concretagem com utilização da régua vibratória



Fonte: Autoria própria (2021)

Após essa etapa, ainda foi feito o alisamento superficial ou desempenho fino, a função desse estágio é alisar e controlar a rugosidade, garantindo o brilho à superfície acabada, bem como reduzir o atrito na utilização do piso. Sendo assim, o alisamento superficial foi executado com auxílio do mesmo equipamento para desempenho mecânico, porém com lâminas mais finas.

5.2.2 Fundações para os painéis

Concomitantemente com a pista de sacrifício foi executado a fundação para os painéis. Para obra em questão foram utilizados blocos de fundação, com canaletas como ilustrado na Figura 4. Essa solução é utilizada onde as condições do solo permitem, conforme mencionado em 4.4.3.

5.2.3 Produção das placas

A obra em questão possui 289 painéis, com espessura de 20 a 30 cm, altura de até 16,75 m e comprimento de até 11,20 m. Cabe ressaltar ainda que poucas unidades são iguais umas às outras, ou seja, as placas possuíam diferenças nos detalhes arquitetônicos, tamanhos e posicionamento dos insertos metálicos.

Sendo assim, foi necessário um acompanhamento rigoroso na produção dos painéis. Após as armaduras e todos insertos posicionados, era feito a verificação tanto das posições como da quantidade se estavam de acordo com os projetos. Para só então o painel ser liberado para concretagem.

5.2.3.1 Disposição das fôrmas sobre o piso

Primeiramente, com auxílio de topógrafos, foi marcado no piso o limite de cada painel, bem como as aberturas de portas e janelas. Para que só então fossem posicionadas e travadas as fôrmas de bordo das placas, como mostra a Figura 16. Juntamente com esse processo são também posicionadas as tiras de frisos de madeira. Para fixação dos frisos e travamento das fôrmas, foi utilizado pregos de aço para concreto. Conforme descrito no item 4.4.4.1.

Figura 16 – Fôrmas travadas

Fonte: Aatoria própria (2021)

Após certificar que a posição dos chanfros e frisos bem como as dimensões do painel estavam de acordo com o projeto, era iniciado a etapa de aplicação do desmoldante. Como mencionado no tópico 4.5.4.2, o desmoldante foi primeiro despejado manualmente, e espalhado uniformemente com auxílio de rodos.

5.2.3.2 Armaduras

Os painéis *Tilt-Up* do estudo em questão, possuem uma grande variedade de componentes de aço, que por sua vez proporcionam a integridade estrutural para suportar as mais diversas cargas que serão submetidos. Dessa maneira, vale ressaltar que alguns painéis possuem até 1572 kg de aço, podendo chegar a uma taxa de armadura de até 95 kg/m³.

Sendo assim, essa etapa da armação iniciava no corte e dobra do aço, sendo que, cada projeto, de cada painel, possuía sua tabela de cortes. Nesta tabela separada por colunas apresenta a bitola do aço, o comprimento do corte e a quantidade de cortes. A Tabela 1 ilustra um exemplo.

Como a quantidade de aço era consideravelmente grande, foi necessário a utilização de máquinas de corte e dobra, afim de garantir uma produção contínua e eficaz. Uma vez que eram fabricados em média 7 painéis por dia, podendo chegar até 9 a 10 toneladas de aço utilizadas diariamente.

Tabela 1 - Tabela de corte das armaduras

AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT (cm)	TOTAL (cm)
ARMADURAS					
50A	1	8,0	2	340	680
50A	2	8,0	21	317	6657
50A	3	8,0	162	317	51354
50A	4	12,5	4	358	1432
50A	5	8,0	6	362	2172
50A	6	12,5	66	1200	79200
50A	7	10,0	31	417	12927
50A	8	6,3	16	69	1104
50A	9	6,3	172	71	12212
50A	10	6,3	1343	34	45662
50A	11	6,3	10	121	1210
50A	12	12,5	5	100	500
50A	13	16,0	2	120	240
50A	14	16,0	16	100	1600
50A	15	16,0	16	100	1600

Fonte: Estrutural Engenharia

Na sequência, o aço já cortado e dobrado, era levado até o local onde a placa iria ser concretada. E só então a equipe de armadores responsável pela montagem, iniciava a amarração das barras (ver figura 17) seguindo as instruções do projeto.

Figura 17 – Malha de aço armada



Fonte: Autoria própria (2021)

A *TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION* enfatiza que as tensões que o painel é submetido durante o içamento devem ser consideradas, destacam ainda que esses esforços exigirão reforço adicional no local onde os cabos são conectados para içamento.

Dessarte, foi observado que em todos painéis da obra em questão possuíam os reforços mencionados acima. Como ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Reforço nos lifts (inserto de içamento)



Fonte: Autoria própria (2021)

5.2.3.3 Posicionamento de insertos e acessórios metálicos

Após a malha de aço estar amarrada e posicionada, inicia-se a fixação dos insertos metálicos para soldagem da estrutura metálica junto ao painel (Figura 8), bem como os *lifts* para içamento do painel (Figura 19).

Figura 19 - Lift

Fonte: A.R. TREJOR COMERCIAL LTDA (2017)

Para assegurar a localização das chapas de aço que são responsáveis pela ligação da estrutura de cobertura com o painel, foram soldados os “ganchos” dos insertos na própria armadura. Outra medida para garantir o nível correto das chapas durante a concretagem, foi utilização gabaritos de posicionamento de madeira sobre os insertos (Figura 20).

Figura 20 - Travamento dos insertos metálicos

Fonte: Autoria própria (2021)

Por fim é colocado em todos os *lifts* uma peça plástica azul (Figura 18) que garante a localização do inserto para içamento e cria o vazio necessário para encaixe do gancho de içamento.

5.2.3.4 Concretagem

Após a verificação e confirmação de que todos os insertos bem como os detalhes arquitetônicos estão de acordo com projeto, o painel é liberado para concretagem.

Nesta obra eram concretados em média 6 a 8 painéis por dia. Levando em consideração que cada placa tinha de 11 a 15 m³ de concreto, desta maneira o volume de concreto utilizado em um dia chegou até 100 m³ apenas considerando a concretagem dos painéis. Para concretagem dos painéis foi utilizado concreto com $f_{ck} = 30$ MPa.

Assim, como recomendado pela *TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION*, à medida que o concreto era despejado pelo caminhão bomba-lança, o concreto era vibrado com auxílio do mangote vibrador de concreto.

Outra técnica utilizada na obra de Pernambuco, foi a de “sanduíche de painéis”, principalmente nas extremidades da edificação, onde não havia espaço suficiente para todos painéis serem fabricados um do lado do outro. Na Figura 21 é possível observar 3 painéis (60 cm de altura) que foram fabricados utilizando a técnica em questão.

Figura 21 – Painéis empilhados



Fonte: Autoria própria (2021)

5.2.4 Içamento dos painéis

O início do içamento foi devidamente planejado para que o guindaste começasse a operar e não fosse interrompido durante os dias em que esteve na obra uma vez que a capacidade de içamento de placas é maior do que a de fabricação, ou seja, em um dia verticaliza-se mais painéis do que se produz.

Outra etapa de planejamento que foi imprescindível é o Plano *Rigging* como já mencionado em 4.5.5. Na obra em questão foi utilizado um guindaste com capacidade de carga de 250 tf.

5.2.4.1 Processo de içamento

Para essa etapa foi necessário a contratação de uma empresa especializada na operação e montagem do painel. Primeiramente foi destinado uma equipe para montagem das escoras sobre os painéis que estavam prestes a serem içados (Figura 22).

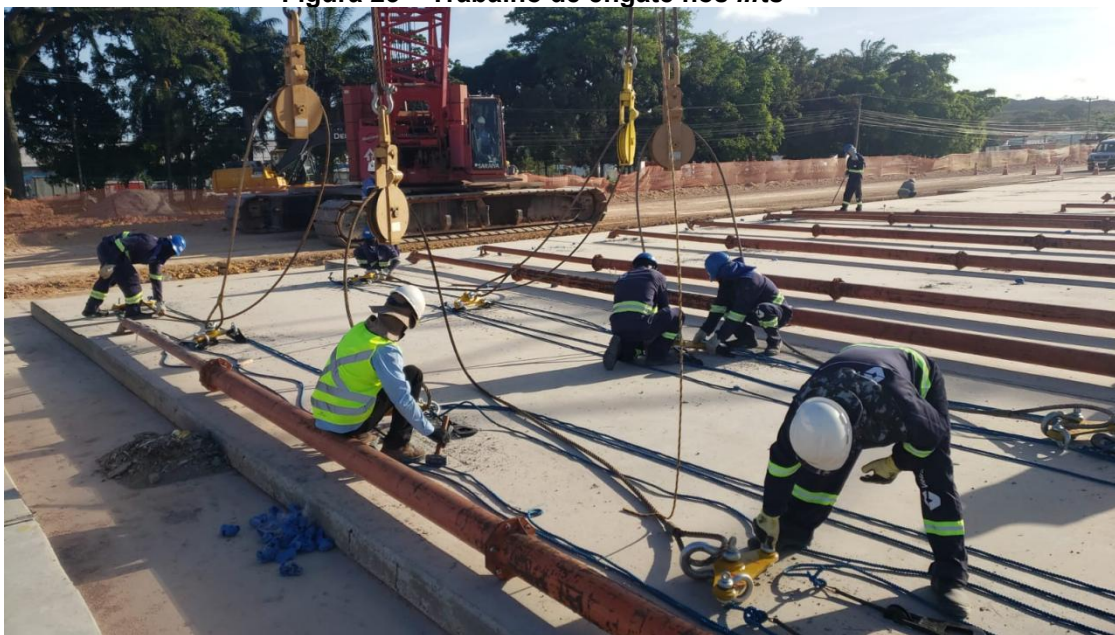
Figura 22 – Montagem e posicionamento das escoras



Fonte: Autoria própria (2021)

Na sequência, a equipe especializada para trabalho de içamento de painéis *Tilt-Up* iniciam o trabalho de engate nos *lifts* de içamento (Figura 23). Após todas partes estarem prontas é dado o sinal para operador do guindaste iniciar o içamento das placas.

Figura 23 – Trabalho de engate nos *lifts*



Fonte: A autoria própria (2021)

Em seguida, um integrante da equipe foi responsável por comunicar-se com o operador do guindaste através de sinais durante o içamento da placa, como na Figura 24. É importante ressaltar que a área foi isolada ficando apenas a equipe especialista próxima da área de içamento.

Figura 24 – içamento do painel



Fonte: A autoria própria (2021)

5.2.4.2 Nível dos painéis

Para essa etapa, o acompanhamento de topógrafos foi indispensável. Assim como o uso de calços, também conhecidos como *shims* (Figura 25), entre os blocos e a base dos painéis. Cabe ressaltar que os painéis devem estar nivelados no momento do içamento, uma vez que as chapas de aço que vão receber a estrutura metálica de cobertura, precisam estar no nível correto. Bem como a questão estética na parte superior dos painéis precisam estar alinhados uns com os outros.

Figura 25 – Espaçadores (*shims*)



Fonte: Autoria própria (2021)

Como descrito na ACI 551 R92 (2003), após a montagem e alinhamento dos painéis, a argamassa foi colocada embaixo de todos os painéis. O preenchimento da argamassa foi realizado o mais breve possível após a montagem do painel, para fornecer suporte contínuo do painel.

5.2.5 Escoramento interino

Como mencionado em 5.2.4.1 foi destinado uma equipe para montagem das escoras, uma vez que a mesma era dividida em 4 partes, como é possível observar na Figura 23. Cada parte possuía 4 m de comprimento e aproximadamente 20 kg, deste modo, a montagem das escoras se tornou mais viável no local onde seria utilizada, uma vez que cada escora montada possuía 16 m e 80 kg.

Conforme recomendado *TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION*, as escoras eram presas no painel antes de iniciar o içamento com parafusos parabolt, que é um sistema de fixação expansivo. Após o painel estar em sua posição vertical final, é também fixado os parafusos na parte inferior das escoras na própria pista de sacrifício.

5.2.6 Fixação da estrutura metálica de cobertura nas placas

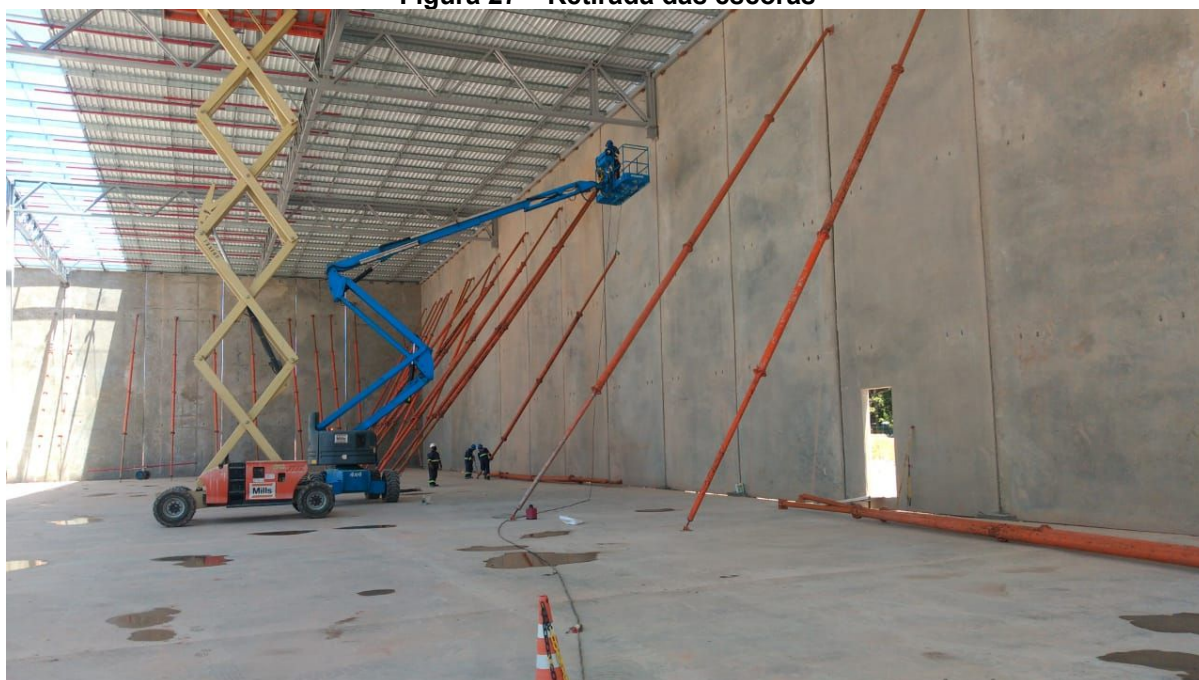
Assim que a área de painéis já içados era liberada era iniciada a fixação da estrutura metálica nos painéis como é possível observar na Figura 26. A estrutura metálica de cobertura foi soldada diretamente nas chapas metálicas do painel. Por este motivo a importância das chapas metálicas estarem na posição exata conforme o projeto, bem como os painéis estarem nivelados conforme explicado em 5.2.4.2.

Figura 26 – Fixação da estrutura metálica de cobertura nas chapas metálicas



Fonte: Autoria própria (2021)

Após a equipe especializada na estrutura de cobertura finalizar os trabalhos, e os painéis estarem estabilizados, iniciou-se o trabalho de retirada das escoras. Com auxílio da plataforma elevatória e de cordas, as escoras foram retiradas conforme a Figura 27.

Figura 27 – Retirada das escoras

Fonte: Autoria própria (2021)

5.2.7 Acabamento nas juntas

Para iniciar a etapa da vedação nas juntas, primeiramente as juntas eram limpidas com água, para assegurar a adesão do poliuretano (PU). Após a limpeza era então colocado a espuma, chamada tarucel (Figura 12). Por fim, com auxílio de uma pistola de calafetação a bateria o PU era aplicado entre as juntas e sobre as espumas, conforme 4.4.7.

6 ANÁLISE DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS

O método construtivo *Tilt-Up* além de seus diversos benefícios já abordados no presente trabalho, possui também suas dificuldades analisadas e vivenciadas durante a execução da edificação em questão. São elas:

Desvantagens:

- **Clima:** por ser uma etapa da obra que inevitavelmente ocorre a céu aberto, as atividades são interrompidas quando chove. Assim, como quando o vento é forte, por questões de segurança, o içamento dos painéis é interrompido;
- **Mão de obra especializada:** para que o cronograma seja cumprido, é muito importante que toda equipe seja especializada como por exemplo a execução de pisos e dos painéis. Uma vez que uma mão de obra não especializada acarretaria em baixa produtividade e possibilidade de surgimento de diversas patologias. Assim como o içamento, como abordado no trabalho é necessária uma equipe ágil, mas também treinada para evitar acidentes;
- **Cultura:** por se tratar de um método construtivo consideravelmente recente no Brasil, ainda existe resistência cultural, bem como uma escassez de profissionais qualificados;
- **Custo dos materiais:** por se tratar de painéis estruturais, é evidente que a quantidade de concreto e aço para sua fabricação é elevado, quando se diz respeito às obras de pequeno porte.

Vantagens:

- **Agilidade:** quando comparado a métodos construtivos usualmente utilizados, o *Tilt-Up* está bem à frente no quesito velocidade. Uma vez que, as máquinas substituem o trabalho que não seria possível ser executado manualmente, como por exemplo içamento dos painéis.
- **Economia:** apesar dos materiais terem custo elevados, quando as edificações são de grande porte, o sistema se torna muito mais viável. Vale ressaltar ainda que o sistema em questão é mais ágil em relação a construção com alvenaria e estrutura de concreto armado, conseqüentemente, há uma redução do tempo e da quantidade de mão de obra necessária, ou seja, há

um menor custo de mão de obra que pode se traduzir em aumento do faturamento mensal da construtora;

- Durabilidade: por se tratar de peças estruturais, os materiais auxiliam numa resistência maior. Algumas edificações que foram construídas utilizando o método *Tilt-Up* no início do século XX, encontram-se em perfeito estado estrutural.
- Manutenção: como o projeto é feito sob medida para o negócio, uma das vantagens do sistema *Tilt Up* é justamente o baixo custo de manutenção. Além disso, os materiais e tecnologias utilizadas garantem a resistência da edificação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos prazos cada vez menores que o mercado impõe, necessita-se de novos métodos e práticas na construção civil, que por sua vez viabilizem tanto financeiramente quanto em relação a prazos e cada vez mais prezando pela qualidade.

Sendo assim, o método norte-americano *Tilt-Up*, tema do estudo de caso em questão. Se mostra uma opção muito viável principalmente para o setor industrial, levando em consideração o tempo de execução, bem como a qualidade final e tempo de vida útil da edificação. Contudo, o planejamento de todas as etapas é imprescindível para todas atividades sem interrupções, seja por falta de material ou ainda por erros na execução.

Dessa maneira, o trabalho em questão reúne informações sobre o sistema construtivo *Tilt-Up* contribuindo com a escassa disponibilidade de bibliografia nacional a respeito desse sistema. Desse modo, recorreu-se a diversas literaturas internacionais, que por sua vez, a execução no canteiro de obras do estudo de caso se mostrou bem próxima à apresentada nas bibliografias. Não obstante, o uso da tecnologia apresenta-se mais avançado em outros países, onde o sistema construtivo é mais consolidado, possibilitando assim uma qualidade ainda maior nas etapas construtivas.

Cabe destacar ainda, o método mesmo se mostrando prático, é também oneroso, principalmente quando se diz respeito aos elementos que são específicos para esse sistema construtivo, conseqüentemente a fabricação dessas peças é também deficiente. Logo, enfatiza-se a importância do planejamento para uma linha de produção contínua, visto a dificuldade na fabricação e logística dessas peças específicas.

Ademais, cabe destacar ainda que a utilização de tecnologias requer planejamento, como mencionado anteriormente. Assim como projetos de um nível de qualidade acima do habitual, porém se apresenta não apenas vantajosa em questões de tempo de execução, como também investimento total, edificação final com características superiores, desde que bem executado.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se uma comparação do sistema construtivo *Tilt-Up* com métodos convencionais, seja no tempo de execução, mas também no quesito financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABREU, B. R. **Execução de edificações industriais com utilização do método contrutivo tilt-up**. 2015. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, 2015.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 551 R92: Tilt-Up Concrete Structures**. [Estados Unidos da América], 2003. Disponível em: http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/551r_92.pdf. Acesso em: 05 jun. 2022.
- ARAÚJO FILHO, L. C. S; FARAH, T. T. F. Q. **Projeto em tilt-up: viabilidade, planejamento e dimensionamento**. 2011. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM. **Concreto em destaque**. São Paulo: ABSC, 2022. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/assets/files/concreto-em-destque.pdf>. Acesso em: 18 maio 2022.
- A.R. TREJOR COMERCIAL LTDA. **Sistema de lançamento rápido - Tilt-Up**. São Paulo: A.R TREJOR, 2017. Disponível em: https://www.trejor.com/_files/ugd/031e12_3efdd5d320004ec3b7e3314c6e22c78e.pdf. Acesso em: 03 abr. 2023.
- CARLOS JÚNIOR. **A importância do complexo industrial e portuário de Suape governador Eraldo Gueiros ao estado de Pernambuco**. Pernambuco, 2008. Disponível em: <https://administradores.com.br/>. Acesso em: 17 maio 2022.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho Econômico da Indústria da Construção Civil e perspectivas**. São Paulo: CBIC, p. 1-23. 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/>. Acesso em: 1 mai. 2022.
- CEMENT & CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND. **Tilt-up technical manual 34: Tilt-up Technical Manual**. Nova Zelândia: Christchurch, 2004. 41 p.
- CONE SUAPE. **Cone Suape**. 2018. Disponível em: <https://conebr.com/cone-suape/>. Acesso em: 17 mai. 2022.
- CRISTELLI, R. **Pavimentos Industriais de Concreto: Análise do Sistema Construtivo**. 2010. 161 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- DAYTON SUPERIOR. **Tilt-Up Construction Handbook**. Estados Unidos: Miamisburg, 2014. Disponível em: https://www.daytonsuperior.com/docs/default-source/handbooks/tilt-up-handbook.pdf?sfvrsn=45f1d560_217. Acesso em: 04 jun. 2022

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 75 p. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Concreto-pre-moldado-fundamentos-e-aplicacoes-DEG.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022.

FOLEY, R. P. Tilt-up Offers the Competitive Advantage. **Concrete construction magazine**, Washington, v. 1, n. 4, 1988. Disponível em: http://www.concreteconstruction.net/howto/construction/tilt-up-offers-the-competitive-advantage_o. Acesso em: 14 junho 2022.

LPE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. **Memorial técnico piso de concreto em fundação direta**. São Paulo, 2020. 30 p. Disponível em: <https://portodeimbituba.com.br/app/anexos/Anexo%20-%20Memorial%20T%C3%A9cnico%20Pavimenta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

OLIVEIRA, P. K. **Estudo do sistema construtivo tilt-up: projeto de um pavilhão industrial**. 2016. 168 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/159586/001019458.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 mar. 2023.

IGLESIA, T. B. **Sistemas Construtivos em Concreto Pré-moldado**. 2006. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

PASTORE, J. **Encargos Sociais no Setor do Comércio: O que Fazer?** A Folha de São Paulo, p. 1-25, 28 fev. 1996. Disponível em: <https://www.josepastore.com.br>. Acesso em: 5 mai. 2022.

RIGGING. **Tire suas dúvidas**. 2021. Disponível em: <https://www.riggingbrasil.com.br/plano-de-rigging/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

RIVERA, A. F; GOMES, C. A; AFONSO, M. A; GOBBI, T. L. **Sistema Tilt-up**. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação) –Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SINDUSCON. **Aumento do custo da Construção prejudica lançamentos imobiliários para famílias de baixa renda**, Brasil: Minas Gerais. 2022. Disponível em: <https://www.sinduscon-mg.org.br>. Acesso em: 1 maio 2022.

SOUTHCOTT, M; TOVEY, A. **Tilt-up concrete buildings: design and construction guide**. Berkshire: British Cement Association, 1998. 147 p. Disponível em: <https://pt.br1lib.org/>. Acesso em: 08 jun. 2022.

TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION. **The construction of tilt-up**. An Old Idea With New Inovations. 1 ed. Mount Vernon, EUA. Jan. 2011. Disponível em: <http://www.tilt-up.org/>. Acesso em: 21 maio 2022.