

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**MARCOS VINÍCIUS DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE ACIDENTE OCORRIDO NO IÇAMENTO DE  
PAREDE TILT-UP**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2014**

**MARCOS VINÍCIUS DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE ACIDENTE OCORRIDO NO IÇAMENTO DE  
PAREDE TILT-UP**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialização no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Matoski

**CURITIBA**

**2014**

**MARCOS VINÍCIUS DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE ACIDENTE OCORRIDO NO IÇAMENTO DE  
PAREDE TILT-UP**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski (Orientador)  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## RESUMO

Oliveira, Marcos Vinícius. **Avaliação de acidente ocorrido no içamento de parede tilt-up.** 2014 69 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento Acadêmico de Construção Civil. Curitiba, 2014.

A segurança na construção civil é um assunto muitas vezes deixado de lado, o que acaba ocasionando maior número de acidentes e situações perigosas. Para o sistema construtivo Tilt-up é necessária mão de obra especializada e qualificada, o que é complicado de encontrar nos dias atuais. Por isso esta pesquisa tem o objetivo específico de avaliar acidente ocorrido na construção de um condomínio logístico, no processo de içamento de painéis em concreto armado, diagnosticar causas do acidente, neste processo, tendo como alvo a obtenção de ações, corretivas e preventivas relacionado à segurança dos colaboradores envolvidos nas atividades, bem como evitar danos materiais à empresa. Para tal estudo, foram realizadas visitas de campo para acompanhar o sistema construtivo, e avaliar o içamento de painéis em concreto armado, através do processo de montagem in loco. Pesquisou-se peças metálicas, equipamentos, metodologia executiva envolvida no sistema construtivo tilt-up com o intuito de diagnosticar causas prováveis do evento. O resultado encontrado foi a oxidação interna do lift, que causou o acidente, provocando alterações no posicionamento do guindaste no momento do içamento para que o equipamento ficasse fora do raio de insegurança da parede Tilt-up , caso houvesse queda e a utilização do lift plate, que é uma peça mais robusta e oferece maior resistência, caso, a fiscalização verificasse que o lift apresenta-se insegurança.

**Palavras-chave:** parede tilt-up, içamento, segurança

## ABSTRACT

Oliveira, Marcos Vinícius. **Evaluation of accident in lifting tilt-up wall.** 2014 69 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento Acadêmico de Construção Civil. Curitiba, 2014.

Safety in construction is a subject often overlooked, which ends up causing more accidents and dangerous situations. For constructive Tilt-up system skilled labor and qualified is required, which is tricky to find nowadays. Therefore this research has the specific objective of assessing accident at the construction of a logistics condominium in the lifting process in reinforced concrete panels, diagnose causes of the accident, in this process, targeting the acquisition of shares, corrective and preventive actions related to safety of employees involved in the activities and to prevent material damage to the company. For this study, field visits were conducted to monitor the construction system, and evaluate the lifting of panels of reinforced concrete, through the assembly process in situ. We searched metal parts, equipment, methodology executive involved in constructive tilt-up system in order to diagnose the probable causes of the event. The result found was the internal oxidation of the lift, which caused the accident, causing changes in the positioning of the crane at the time of lifting equipment to stay out of the radius of insecurity Wall Tilt-up if there was a drop and use the lift plate, which is a more robust piece and offers greater resistance, case supervision apparent that the lift presents insecurity.

**Keywords:** tilt-up wall, lifting, safety

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Tilt-up .....	15
Figura 2 - Içamento de parede Tilt-up .....	19
Figura 3 - Escoras são fixadas até que a parede seja solidarizada.....	20
Figura 4 - Escoras temporárias .....	20
Figura 5 - Pista de execução .....	25
Figura 6 - Concretagem Paredes Tilt-up .....	25
Figura 7 - Inserts metálicos (lift) para fixação da estrutura metálica retirado do acidente .....	26
Figura 8 - Fixação de cabos de aço nas placas. ....	27
Figura 9 - Utilização de 2 Guindastes para retirada do painel em concreto armado.....	28
Figura 10 - Detalhe da extremidade do cabo e grampos. ....	29
Figura 11 - Detalhe da manilha. ....	29
Figura 12 - Sapatilha .....	30
Figura 13 - Içamento parede Tilt-up.....	31
Figura 14 - Típica construção no sistema Tilt-up.....	32
Figura 15 - Escoramento.....	33
Figura 16 - Sistema estrutural de travamento do Tilt-up.....	33
Figura 17 - Preparo da forma e armação de placas.....	34
Figura 18 - Base da Parede .....	35
Figura 19 - Base da Parede .....	35
Figura 20 - Preparo da forma e armação de placas.....	45
Figura 21 - Foto lançamento de concreto .....	46
Figura 22 - Representação diversas das forças no içamento das placas .....	46
Figura 23 - Lift armado, Sistema de içamento rápido. ....	47
Figura 24 - Lifts armados para concretagem. ....	47

Figura 25 - Lançamento de concreto .....	48
Figura 26 - Central de Concreto utilizada no processo construtivo. ....	48
Figura 27 - Rigging de um Guindaste .....	49
Figura 28 - Peso Morto executado no solo.....	52
Figura 29 - Peso morto no piso.....	52
Figura 30 - Içamento, Lifts, Peças metálicas , escoramento, cordas. ....	53
Figura 31 - Extremidade superior.....	54
Figura 32 - Extremidade inferior .....	54
Figura 33 - Desenho Esquemático de Apoio Temporário .....	55
Figura 34 - Acidente com Escora utilizada do Sistema Construtivo Tilt-up.....	56
Figura 35 - Desenho esquemático dos esforços nas ligações das escoras. ....	56
Figura 36 - Desenho esquemático do Posicionamento das Escoras ( painel com 3 escoras) ...	57
Figura 37 - Posicionamento das Escoras ( Painel com 2 escoras ).....	57
Figura 38 - Execução de escoramento .....	58
Figura 39 - Detalhe da ligação entre estrutura metálica e a placa. ....	58
Figura 40 - Queda da Parede Tilt-up sobre o Guindaste, perto da cabine do operador.....	60
Figura 41 - Lift oxidado e o primeiro a romper no içamento. ....	60
Figura 42 - Içamento após acidente .....	63
Figura 43 - Içamento antes do acidente .....	63
Figura 44 - Lift Plate, utilizado para substituir o lift inseguro .....	64

## **LISTA DE TABELA**

TABELA 1 - Tabela de dimensionamento de grampos. ....	30
---	----



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**CPN** - Comitê Permanente Nacional

**EPI** - Equipamento de proteção individual

**EPC** - Equipamento de proteção coletiva

**FCK** - Resistência a compressão do concreto

**FUNDACENTRO** - Fundação Jorge Duprat Figueiredo

**TCA** - Tilt-up concrete association

**NR** - Norma regulamentadora

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1.OBJETIVO .....	13
1.1.1.Objetivo Geral .....	13
1.1.2.Objetivo Específico .....	13
1.1.3.Justificativa.....	13
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1.História do Tilt-up .....	15
2.1.1.O que é Tilt-up .....	17
2.1.2.O sistema TILT-UP (Torre Jr., 1993) .....	18
2.1.3.Método construtivo de painel vertical “Tilt-up” .....	21
2.1.4.Vantagens do sistema .....	22
2.1.5.Projetando com o sistema Tilt-up .....	23
2.1.6.Descrição do sistema .....	24
2.1.7.Fabricação do Painel .....	24
2.1.8.Concretagem.....	25
2.1.9.Plano de movimentação de carga .....	26
2.1.10.Içamento do painel .....	27
2.1.11.Cabos de aço.....	28
2.1.12.Manilha.....	29
2.1.13.Sapatilha .....	29
2.1.14.Grampo .....	30
2.1.15.Estabilização do painel.....	31
2.1.16.Tilt-up como sistema estrutural.....	31
2.1.17.Strongbacks .....	34
2.1.18.Usando Calços.....	34
2.2.Sobre Guindastes.....	40
2.2.1.Seleção do Guindaste .....	41

2.2.2.Utilização de guincho.....	42
2.3.Processo Construtivo.....	45
2.3.1.Dimensões da Parede Tilt-up .....	45
2.3.2.Pista de preparo .....	45
2.3.3.Formas, armação e concretagem.....	45
2.3.4.Içamento e montagem dos painéis .....	46
2.4.Levantamento Reverso.....	50
2.4.1.Alguns Problemas de Elevação.....	50
2.5.“Peso Morto” .....	52
2.6.Escoramento .....	53
2.7.Solidarização estrutural e acabamento .....	58
<b>3.METODOLOGIA .....</b>	<b>59</b>
3.1.Descrição do Acidente .....	59
3.2.Avaliação do Acidente .....	60
<b>4.RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
4.1.Medidas de controle imediata adotada.....	62
4.2.Medidas de ações corretivas e preventivas .....	64
4.3.Avaliações dos Resultados .....	65
<b>5.CONCLUSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor que absorve mão de obra não especializada e pouco qualificada, gerando uma redução nos gastos e um aumento na produção buscando lucros maiores, deixando de lado muitas vezes a segurança e a saúde dos funcionários.

Contudo, a montagem de estruturas pré-moldadas necessita de serviço qualificado, com funcionários especializados e devidamente treinados para garantir a total segurança e um bom desempenho nas suas atividades.

Segundo REN (2009) a movimentação de cargas pesadas, principalmente elementos pré-fabricados em concreto, assumem riscos particulares, devido a sua dimensão, complexidade e peso por peça. Sendo assim a montagem das peças pré-fabricadas deve ser planejada e executada com rigor.

É preciso ter mais conhecimento dos riscos que esta atividade esta exposta para propor as medidas que devem ser tomadas e praticadas visando a maior segurança para os trabalhadores e para empresa.

De acordo com Reis (2009), mesmo com todos esses riscos já encontrados existem algumas vantagens das estruturas pré-moldadas em relação às convencionais: menos mão de obra, menor número de atividades e menor risco de colapso da estrutura. O que de certa forma torna-se positivo para a segurança do trabalho, tendo em vista que esses riscos possam ser melhor trabalhados e o resultado venha a ser alcançado com maior rapidez.

Visando minimizar os riscos de acidentes no içamento de estruturas pré-moldadas utilizados no sistema construtivo Tilt-up, ou até eliminá-los, a seguinte pesquisa busca avaliar acidente acontecido no içamento de painel pré-moldado, especificar causas prováveis do evento, determinar medidas imediatas para minimizar o risco de acidente, e estabelecer ações corretivas e preventivas, neste processo.

## 1.1. OBJETIVO

### 1.1.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo analisar o acidente acontecido no processo de verticalização de painéis, avaliar a segurança no içamento de paredes, em concreto armado.

### 1.1.2. Objetivo Específico

Avaliar acidente ocorrido no processo de içamento de painéis em concreto armado, diagnosticar causas do acidente, neste processo, tendo como alvo a obtenção de ações, corretivas e preventivas relacionado à segurança dos colaboradores envolvidos nas atividades, bem como evitar danos materiais à empresa.

### 1.1.3. Justificativa

Com a expansão da construção civil no mercado brasileiro e o crescimento acelerado neste segmento propiciou também um grande aumento na construção em pré-moldados e a necessidade de se construir de forma rápida, segura e com qualidade.

Os acidentes acontecem geralmente pela falta de controle no ambiente de trabalho, pela falta de orientação que os operários têm e também pelo processo produtivo. De acordo com Voos (2009), a implantação de sistemas de segurança no trabalho deve fazer parte da política das empresas de construção civil, com programas preventivos tendo como vantagens a minimização dos riscos, agregação de autoestima, melhoria da produtividade e da competitividade das empresas, sendo capaz de criar uma imagem de responsabilidade para com seus funcionários.

Muitas vezes os responsáveis pelas obras não estão preocupados com a qualidade de vida dos funcionários, mas sim apenas em cumprir as leis necessárias e garantir o sucesso da obra tornando as condições de trabalho inseguras, não percebendo que a qualidade da segurança poderia melhorar o desempenho de seus funcionários e ocasionalmente aumentar o lucro da empresa.

Segundo Zocchio (2002) em algumas empresas a segurança do trabalho não passa de atividade simbólica por despreparo e falta de percepção de dirigentes empresariais, que não percebem o valor real das atividades preventivas dos acidentes do trabalho no contexto técnico, administrativo e econômico da empresa.

Devido à grande demanda na área da construção, inclusive no sistema construtivo Tilt-up, os riscos de acidentes são consideráveis e por isso é de fundamental importância à implantação de metodologia de trabalho segura, já que a ocorrência de acidentes gera perdas na produção e problemas na qualidade e no custo da obra.

A avaliação da segurança no içamento de pré-moldados, no Sistema Construtivo Tilt-up se torna importante para diagnosticar os riscos pertinentes nessa atividade e propor soluções viáveis e legais para que sejam minimizados ou até eliminados dos canteiros.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

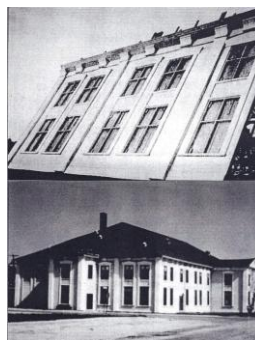
### 2.1.História do Tilt-up

Tilt-up é um conceito simples. Sua origem foi, provavelmente, dois mil anos atrás, quando algum construtor romano anônimo (sim, eles construíram muros de concreto, naqueles tempos) descobriu que seria mais fácil lançar uma parede de concreto no chão, em seguida, levantá-la para a posição. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Uma interessante descrição de uma antiga técnica de construção semelhante ao Tilt-Up foi referenciada em uma pesquisa do Império Turco, escrito em 1799 pelo historiador arquitetônico William Eton. Ele descreveu um método utilizado na Idade Média para a construção de um arco quando madeira para escoramento era escassa:

“Em Basra, onde eles não têm madeira, fazem arcos sem qualquer fôrma. O pedreiro, com um prego e um pedaço de corda, marca um semicírculo no chão, coloca seus tijolos juntamente com uma argamassa nas linhas traçadas, e tendo, assim formado o seu arco, ele é cuidadosamente levantado...”. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Tilt-Up, tal como a conhecemos hoje evoluiu a partir de recentes inovações, e sem dúvida ao longo da evolução da construção em concreto tem tido muitas aplicações, no entanto, a sua viabilidade para a construção de grandes e finas, os painéis de parede teve que aguardar a chegada de concreto armado, que entrou em uso no início de 1900. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 1** – Tilt-up

**Fonte:** TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012

Crédito para uma das primeiras paredes de concreto armado pré-moldadas horizontalmente e em seguida levantadas, segundo os arquivos da Associação de Cimento Portland, a um inovador construtor Robert Aiken. Em aproximadamente 1908, ele construiu vários edifícios usando macacos ou guindastes para levantar os painéis. Um edifício era um armazém de dois andares em Camp Logan, Illinois; os outros edifícios estavam em Camp Perry, Ohio. Ele também teria construído uma Igreja Metodista em Zion, Illinois, usando um método tilt-table. A notícia do novo método atraiu outras pessoas, incluindo Thomas Edison, que patenteou uma técnica relacionada. Em Chicago, cerca de 1912, uma fábrica de quatro andares, teria sido construída usando um guindaste para levantar as paredes de concreto. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Uma série de construções apareceram. No entanto, a popularização do Tilt-Up, como nós a conhecemos, teve que aguardar um elemento essencial, necessária para transformá-lo em um método rápido e econômico de produção: o guindaste móvel. O guindaste móvel ficou disponível no final de 1940, no fim da II Guerra Mundial, coincidindo com a demanda reprimida de novas construções que estava adormecida durante os anos de guerra. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Este período pós-Segunda Guerra Mundial foi um dos mais inovadores na história da construção, dando origem a inovações como as construções metálicas pré-fabricadas, vigas de madeira laminada colada, treliças pré-fabricadas, laje içadas, concreto protendido (inventado antes, mas popularizado na época), os telhados de lamelas e a construção composta. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Quando a mobilidade e a capacidade de elevação dos guindastes fizeram do Tilt-Up um método de produção possível, ele pegou rapidamente. O seu uso estendeu do sul da Califórnia, que é geralmente considerada a sua terra natal a todos os estados Sunbelt. Hoje, os edifícios Tilt-up são encontrados em quase todo o mundo. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Tilt-Up já foi considerado apenas ideal para a construção de armazéns, com suas longas paredes sem janelas. Como resultado, os primeiros edifícios Tilt-up foram armazéns, com altura total de 7 metros, pesando 20 toneladas, erguidos na proporção de uma dúzia ou mais por dia. Hoje, os painéis de 60 toneladas são comuns e a montagem de 30 painéis em um dia típico para um empreiteiro experiente. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



Alguns dos primeiros colaboradores para a arte da construção Tilt-Up foram empreiteiros e profissionais de design na Califórnia. Em 1958, o engenheiro Thomas F. Collins, (para quem as edições anteriores deste manual foram dedicados), que tinha desenhado uma série de edifícios Tilt-up, publicou seu pioneiro livro “Construindo Com Tilt-Up”, que passou seis edições antes de sair de impressão. (Mr. Collins, agora aposentado, foi homenageado pela Tilt-Up Concrete Association, na sua reunião anual na World of Concrete, em Las Vegas, em 23 janeiro de 1997, e premiado com “Peter Courtois Memorial Award” pela contribuição extraordinária para a indústria do Tilt-Up). (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

No início de 1950, a empresa Southern California tentou patentear o processo Tilt Up, mas foi declarado nulo pelos tribunais em 1954. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Todas as tecnologias promissoras melhoram com o tempo e o Tilt-Up não foi exceção. Nos últimos 50 anos, houveram muitos avanços: na formação técnica, montagem, elevação, marcenaria, acessórios de hardware, mas os avanços mais visíveis foram alcançados através de projetos de arquitetura e aplicações para edifícios. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Estudos de engenharia levaram a melhor compreensão do comportamento estrutural dos painéis de Tilt-Up, que por sua vez levou à segurança maior, desenhos mais econômicos e o desenvolvimento da construção em diferentes padrões. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

#### 2.1.1.O que é tilt-up

O termo "Tilt-Up" foi cunhado em 1940 para descrever um método para a construção de muros de concreto de forma rápida e economicamente, sem a necessidade de fôrmas para paredes moldadas-in-loco. É um processo em duas etapas. Em primeiro lugar, painéis de concreto, que compreende um trecho da parede, são lançados horizontalmente sobre o chão do edifício da laje, ou fundidos em separado. Depois de alcançar a resistência suficiente, eles são levantados com um guindaste e apoiados nas bases preparadas, formando as paredes externas. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Embora o método seja mais frequentemente chamado de "Tilt-Up", também é chamado "tilt-wall", ou no caderno de encargos e documentos técnicos "paredes de concreto pré-moldado." Entretanto, "Tilt-Up" é o seu preferido e é geralmente o termo aceito. "Pré-fabricados de concreto" é um termo genérico que significa produção de componentes de edifício em um local diferente da sua posição final. Tilt-up, ao cair sob a categoria "concreto pré-moldado", refere-se exclusivamente aos elementos de muros. O termo "Construção em Tilt-Up" refere-se a qualquer tipo de construção que emprega a técnica para construção de paredes. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Os painéis de parede geralmente pesam 60 toneladas ou mais, com média de apenas 15-20 cm de espessura. No Tilt-Up, fôrmas só são necessárias para aberturas e para o perímetro, diminuindo consideravelmente a quantidade do material necessário. Quando os painéis atingem a resistência suficiente, geralmente uma semana a 10 dias, um guindaste móvel é trazida para o local de trabalho para levantar e colocá-las em fundações previamente preparadas. Os painéis são erguidos e apoiados um ao outro. A estrutura do telhado é então anexado às paredes, as escoras são removidas, as junções são calafetadas, e os acabamentos são aplicados na parede para completar o fechamento do edifício. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Técnicas continuam a melhorar e inovações surgindo, promovendo as vantagens e economia do Tilt-Up. Com mais informação disponíveis, Tilt-Up está atraindo a atenção do mundo inteiro. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

#### 2.1.2. O sistema TILT-UP (Torre Jr., 1993)

Uma das empresas que saiu a campo para pesquisar novos sistemas construtivos foi a Walter Torre Jr., que em 1993 importou uma tecnologia de construção mundialmente conhecida como TILT-UP.



**Figura 2** – Içamento de parede Tilt-up

**Fonte:** CORRÊA, 2011

Segundo, Torre Jr., 1993, o sistema consiste basicamente na execução de paredes de concreto moldadas in loco inicialmente sobre um piso de concreto. Estas paredes são moldadas na horizontal, permitindo que sejam introduzidas: portas, janelas, acabamentos de fachadas, revestimentos e texturas diferenciadas durante a fabricação das mesmas.

Após atingirem a resistência necessária para içamento, as paredes são levantadas por guindastes (Figura 2) e posicionadas sobre blocos de fundações previamente executados.

Antes da liberação de cada parede, são fixadas escoras (Figura 3) temporárias para sua sustentação até que seja solidarizada ao piso e à estrutura de lajes ou cobertura que garantirão a estabilidade do edifício, com capacidade de atingir vão livres de até 30 metros.



**Figura 3** – Escoras são fixadas até que a parede seja solidarizada

**Fonte:** TORRE JR, 1993

Um elemento importante para o sucesso deste sistema de construção é a qualidade do piso de concreto, pois sobre ele serão moldados os painéis do sistema TILT-UP. Atualmente são usadas diversos tipos de formas para moldar os painéis de concreto, podendo as formas, serem utilizadas tanto in loco quanto em pátios de fabricação como no caso deste estudo onde os painéis são moldados em formas metálicas na posição horizontal sendo uma adaptação do sistema Tilt-up.



**Figura 4** - Escoras temporárias

**Fonte:** TORRE JR, 1993

Este sistema trouxe economia, velocidade de construção segurança e flexibilidade arquitetônica. Num mercado altamente competitivo, é vital cumprir rigorosamente os prazos comprometidos, com custos baixos e tecnologia avançada. (TORRE JR. 1993)

Após a execução do piso, por exemplo, é possível fabricar painéis e montá-los num prazo de 2 a 3 semanas. (TORRE JR, 1993)

### 2.1.3.Método construtivo de painel vertical “Tilt-up”

“Pode-se definir o sistema Tilt-up como um sistema construtivo estrutural baseado na execução de paredes pré-moldadas em concreto armado, moldadas na própria obra utilizando uma laje” (RIVERA et al., p.5, 2005), piso, ou outra superfície extremamente plana e sem imperfeições designada para esse fim, como forma.

Após preparada a superfície e ultrapassado o período mínimo estabelecido para cura do concreto, o elemento é içado e posicionado. Essas peças podem ter somente função de vedação como painéis já utilizados em grande escala no mercado, ou então, função estrutural, permitindo o redimensionamento ou até mesmo a eliminação de alguns elementos estruturais.

“A origem do sistema Tilt-up não é claramente definida entre os pesquisadores. Uma das primeiras citações que encontramos ocorre no livro “A survey of the Turkish Empire” de 1799, escrito pelo historiador Wiliian Eton. No livro o historiador cita um exemplo de construção onde um pedreiro com pregos e cordas marcava um semicírculo no chão, posicionava os blocos, fixava-os em um tipo de gipsita formando um arco e então erguia o arco em sua posição final” (RIVERA et al., p.5, 2005).

“No início do século XX, para a realização da obra do Camp Logan Rifle Range, e Illinois nos EUA, o americano Robert Aiken projetou e executou paredes de sustentação armadas e escoradas. As paredes foram construídas no chão e então, posteriormente, foram erguidas e colocadas na fundação já pronta. Aiken aplico essa técnica em diversos projetos dentre os quais se destaca o projeto para a construção de uma Igreja Metodista em Zion, Illinois/EUA, em 1910”. As paredes foram moldadas in-loco em uma base lisa composta de areia, com o concreto lançado envolta das armações das portas e janelas. Com as paredes finalizadas e com o auxílio de uma talha e um primitivo guindaste, as paredes eram então içadas na posição final (RIVERA et al., 2005).

#### 2.1.4.Vantagens do sistema

Dentre inúmeras vantagens que encontramos no sistema podemos destacar:

**Rapidez:** Com a construção horizontal das paredes, a ausência de colunas e fundações simplificadas, é fácil observarmos o benefício financeiro que representa uma obra entregue em tempo muito menor. Em alguns casos, este fator significa a solução para uma aparente inviabilidade, graças à eficácia de custos. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

**Qualidade:** Concreto armado, construído em condições que permitem maior controle e homogeneidade, acabamento e tratamentos específicos para cada indústria, piso padrão superior, coberturas em sistemas avançados. Do primeiro dia de terraplenagem, à última mão de pintura, qualidade não é apenas uma vantagem, mas uma regra. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

**Economia:** Não é necessário o uso de calculadora para saber o significado de custo zero em pilares e vigas laterais, além da significativa economia em fundações e maior velocidade de construção. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

**Segurança:** As paredes são moldadas no nível do piso, eliminando formas verticais, significando maior segurança para a equipe de construção, e maior segurança de qualidade homogênea. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

**Versatilidade:** Na confecção de paredes, na inclusão de sistemas especiais, na aplicação de coberturas sofisticadas.

**Beleza:** Com Tilt-up a estrutura do edifício pode ser muito atrativa. Grandes painéis Tilt-up poderão receber uma enorme variedade de tratamentos decorativos, tais como colorações ilimitadas, que podem ser adicionadas à mistura do concreto ou às pinturas texturizadas, ou moldes superficiais em diversos tipos, como aletas, pedras, tijolos, além de muitos outros efeitos decorativos. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

**Durabilidade:** Muitos edifícios, construídos na década de 50, mostram poucos sinais de idade, mesmo após meio século de vida. De fato, edifícios construídos em 1908 ainda se encontram em serviço. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Conforto Acústico e Térmico: Se o edifício estiver em área ruidosa, ou abrigar um processo industrial com ruídos, você contará com todas as vantagens das propriedades acústicas do concreto. A massa absorve com mais eficácia que qualquer edifício de fechamento metálico. E a massa térmica inerente aos painéis reduzirá os picos e cargas térmicas do sistema de refrigeração. Indústrias que exigem controle de temperatura interna próxima de zero, podem, contar com painéis tipo sanduíche, com isolante térmico entre duas camadas de concreto. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Expansão: Um edifício em Tilt-up pode ser projetado e construído permitindo fácil expansão, simplesmente destacando e re-locando os painéis ou cortando novas aberturas sobre os mesmos. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Custos com seguro menores: O concreto fornece maior resistência ao fogo que outras estruturas convencionais, principalmente estruturas metálicas. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

#### 2.1.5. Projetando com o sistema Tilt-up

“Para arquitetos e engenheiros projetistas, o sistema Tilt-up oferece grande flexibilidade de projeto e, praticamente não impõe limitações” (RIVERA et al., p.10, 2005). “Os painéis de Tilt-up podem ser agrupados e modulados com inúmeras combinações para alcançar qualidade e atratividade” (RIVERA et al., p.10, 2005).

“Para que seja possível atingir parâmetros de economia adequados, faz-se necessário à integração do engenheiro estrutural e do arquiteto. Tal integração é essencial para que seja possível dividir as paredes em painéis que possam ser içados” (RIVERA et al., p.10, 2005), além da determinação da localização das aberturas das portas e janelas dentro dos painéis (local das juntas; qual altura clara do prédio; decidir a disposição do telhado, para que ocorra a determinação das vigas do telhado e do piso onde se conectam ao painel).

O aspecto mais importante do projeto de uma edificação em sistema Tilt-up é o painel. Por mais simples que um painel seja, seu projeto e análise são altamente complexos.

Por diversas vezes, o painel trabalha como uma placa, coluna ou mesmo, muro de arrimo e muitas vezes todas estas funções, simultaneamente.

### 2.1.6. Descrição do sistema

Segundo Walter Torre Jr.1993, a idéia básica do sistema consiste na construção de paredes de concreto armado sobre um piso nivelado que funciona como uma forma. Portanto, o piso é de grande importância para o sistema Tilt-up e, ao contrário dos outros tipos de sistemas onde o piso é executado no final da obra, no sistema Tilt-up é o marco inicial da obra.

Após a confecção do piso, as formas e a armação dos painéis são montadas sobre o piso. Deve-se utilizar um desmoldante adequado que seja suficientemente eficaz.

Ainda, nesta etapa são incluídas as aberturas das portas e janelas, bem como, os frisos e texturas decorativas.

Após a execução dos painéis e a cura, os mesmos são içados por um guindaste e posicionados sobre as fundações e, escorados. Mais tarde, as escoras são retiradas, quando da execução das lajes ou coberturas que, fornecerão aos painéis o travamento e estabilizações necessárias.

### 2.1.7. Fabricação do Pannel

Segundo Walter Torre Jr.1993, o processo de fabricação assemelha-se muito ao de execução de um piso de concreto, mas com algumas peculiaridades.

A primeira etapa do processo consiste na preparação da base que servirá como forma para a placa. Definidas as dimensões, prepara-se uma pista para produção, essas pistas geralmente são constituídas por pisos de concreto concluídos e, que devido a sua planicidade, apresentam características próprias para realização do processo. Caso não haja nenhum piso executado ou não haja possibilidade executiva de realização, executa-se uma pista, que nada mais é do que um piso de concreto magro de espessura variável de 5 a7 cm. com um acabamento liso. (Figura 5). (WALTER TORRE JR, 1993)





**Figura 5** - Pista de execução

**Fonte:** TORRE JR, 1993

#### 2.1.8. Concretagem

Na concretagem (Figura 6) inserimos em determinadas posições inserts na forma. Um dos inserts que existem é o “lift” (Figura 7), porém há outros tipos, que por serem metálicos, atuam como ponte de ligação através de solda entre a cobertura e o painel, entre pilares e painéis e até mesmo entre duas placas. (WALTER TORRE JR, 1993).



**Figura 6** - Concretagem Paredes Tilt-up

**Fonte:** O AUTOR, 2012.



**Figura 7** - Inserts metálicos (lift) para fixação da estrutura metálica retirado do acidente

**Fonte:** O AUTOR, 2012.

Aplica-se o desmoldante no piso para evitar que o painel seja aderido, facilitando desta forma, o içamento do painel quando concluído, O concreto especificado com base no dimensionamento do painel é lançado, adensado, nivelado e a sua superfície regularizada. (WALTER TORRE JR, 1993)

..

#### 2.1.9.Plano de movimentação de carga

Plano de movimentação de carga (Plano de Rigging): Consiste no planejamento formalizado de uma movimentação com guindaste móvel ou fixo, visando a otimização dos recursos aplicados na operação (equipamentos, acessórios e outros) para se evitar acidentes e perdas de tempo. Ele indica, por meio do estudo da carga a ser içada, das máquinas disponíveis, dos acessórios, condições do solo e ação do vento, quais as melhores soluções para fazer um içamento seguro e eficiente. (NR 12, 2010)

#### 2.1.10. Içamento do painel

Durante a cura do painel, geralmente no período de 5 a 7 dias, as formas são retiradas, juntamente com todas as aberturas. Itens e pontos de conexão são expostos para fixação de elementos de içamento (Figura 8).



**Figura 8** - Fixação de cabos de aço nas placas.

**Fonte:** O AUTOR, 2012

Utilizam-se grandes guindastes (Figura 9) para essa operação. A preparação para o içamento também inclui o trabalho de fundação, marcação, nivelamento de juntas e qualquer pino de conexão.



**Figura 9** - Utilização de 2 Guindastes para retirada do painel em concreto armado.

**Fonte:** O AUTOR, 2012

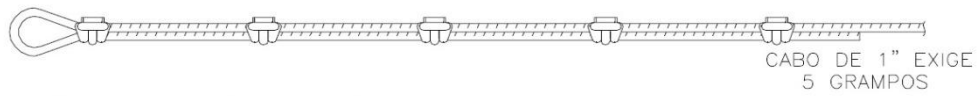
#### 2.1.11. Cabos de aço

Devem ter carga de ruptura equivalente no mínimo, 5 vezes a carga máxima de trabalho a que estiverem sujeitos.

Não podem possuir emendas nem pernas quebradas.

Devem ser fixados por meio de dispositivos que impeçam seu deslizamento e desgaste.

É obrigatória a observância das condições de utilização, dimensionamento e conservação dos cabos de aço utilizados em obras de construção, conforme o disposto na norma técnica vigente NBR 6327/83 - Cabo de Aço/Usos Gerais da ABNT.

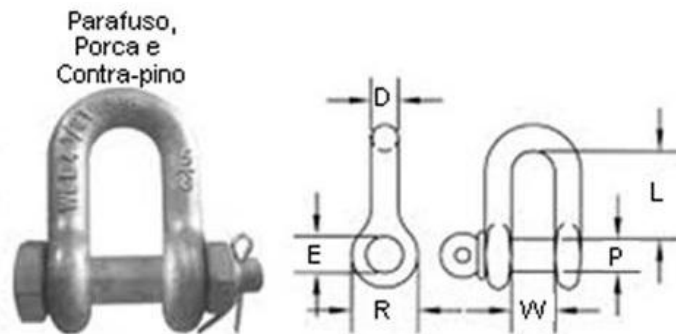


**Figura 10** - Detalhe da extremidade do cabo e grampos.

**Fonte:** TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012

#### 2.1.12. Manilha

De acordo com a NR 12, manilha é acessório para movimentação ou fixação de carga, formado por duas partes facilmente desmontáveis, consistindo em corpo e pino.

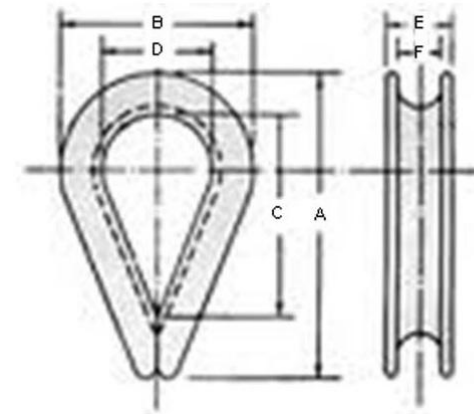


**Figura 11** - Detalhe da manilha.

**Fonte:** NR-12, 2011

#### 2.1.13. Sapatilha

Elemento utilizado na proteção para olhal de cabo de aço (NR12, 2011)



**Figura 12 - Sapatilha**

**Fonte:** NR 12, 2011


### 2.1.14. Grampo

O grampo é utilizado na construção de laços e amarração em cabo de aço ou cordoalhas e para sua correta utilização, as normas de montagem de grampos e construção de laços, devem ser rigorosamente seguidas.

**TABELA 1-** Tabela de dimensionamento de grampos.

**Grampo Leve e Grampo Pesado**

Material: Aço galvanizado



Ø DO CABO (em pol.)	TIPO DIN 741 SERVIÇOS LEVES		TIPO REFORÇADO SERVIÇOS PESADOS	
	Nº MÍNIMO DE GRAMPOS	TORQUE APLICADO KG/CM	Nº MÍNIMO DE GRAMPOS	TORQUE APLICADO KG/CM
1/8	3	2,5	2	8
3/16	3	6	2	8
1/4	3	8	2	20
5/16	4	8	2	40
3/8	4	20	2	40
7/16	4	20	2	75
1/2	5	40	3	75
9/12	5	40	3	120
5/8	5	75	3	120
3/4	6	75	4	180
7/8	7	120	4	310
1"	7	120	5	310

**Fonte:** TREJOR, 2014



**Figura 13** - Içamento parede Tilt-up

**Fonte:** O AUTOR, 2012

#### 2.1.15. Estabilização do painel

No dia seguinte ao içamento, todas as conexões entre os painéis e as fundações são concluídas. As juntas entre os painéis são seladas e protegidas contra intempéries.

A estrutura do telhado é erguida proporcionando estabilidade e conexão para as paredes e estas proporcionam o suporte ao telhado, ou quando da execução de painéis com maiores dimensões onde as lajes executam este papel de estabilidade e conexão .

As lajes podem ser executadas tanto no sistema de steel deck, ou com lajes pré-moldadas do tipo alveolares, que são solidarizadas nos painéis.

#### 2.1.16. Tilt-up como sistema estrutural

Como já dito anteriormente, o Tilt-up não tem somente uma função de vedação nas estruturas do qual faz parte; ele tem uma função estrutural. Costuma-se dizer que num prédio



em que temos paredes de concreto com função de vedação, se tirarmos uma placa ou outra o prédio continuará de pé, ao contrário do que acontece com o sistema Tilt-up , em que se ocorrer a simples retirada de uma peça sem avaliação previa, a edificação poderá sofrer grandes danos. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 14** - Típica construção no sistema Tilt-up

**Fonte:** O AUTOR, 2012

O Tilt-up é um sistema composto que atua estruturalmente em conjunto com a cobertura da edificação. No momento em que a placa é posicionada verticalmente, ela deve ser escorada, pois não está travada no sentido horizontal, podendo vir a tombar. Para esses procedimentos utilizamos elementos chamados de escoras, especialmente designadas para esse fim (Figura 16), essas peças atuam no travamento da placa até a chegada e ligação da estrutura metálica com o painel. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

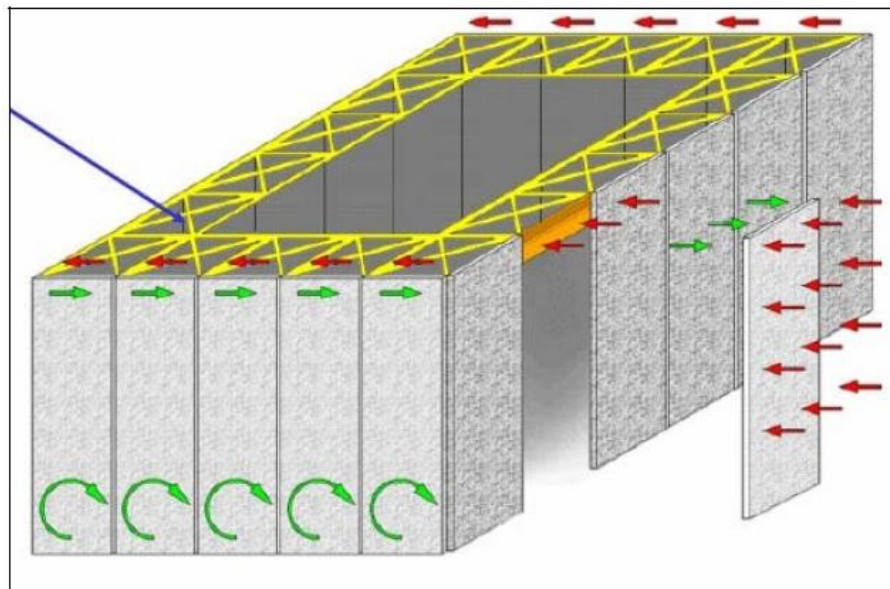
Realizada essa ligação podemos dizer que a estrutura estará completamente estabilizada e concluída.





**Figura 15** - Escoramento

**Fonte:** O AUTOR, 2012

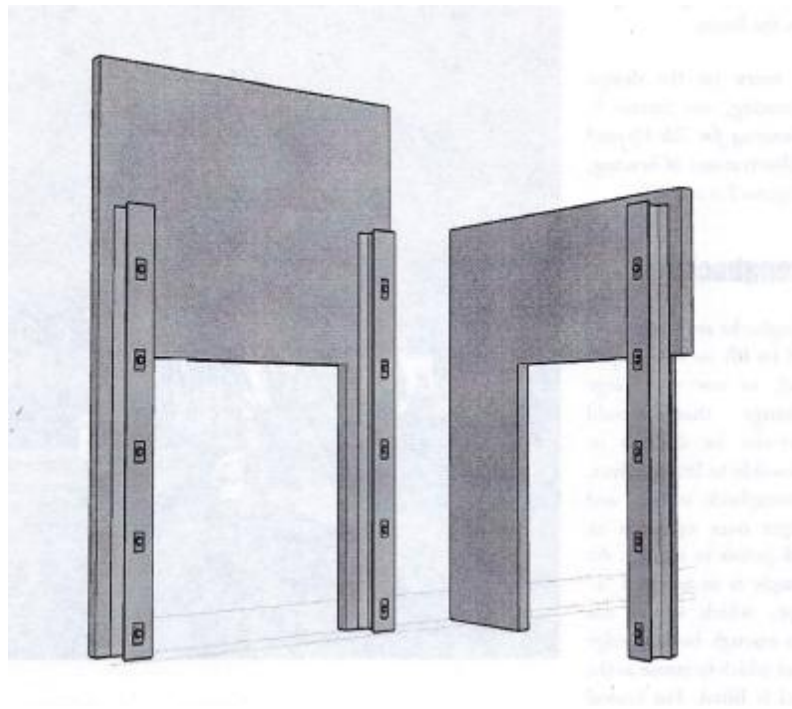


**Figura 16** - Sistema estrutural de travamento do Tilt-up

**Fonte:** PEREIRA, 2005

### 2.1.17.Strongbacks

Strongbacks às vezes são usados para levantar um painel com aberturas amplas, que seriam difíceis ou impossíveis de elevar. Na realidade strongback enrijece e cria uma ponte sobre a abertura ou pontos fracos em um painel. Um exemplo é a inversão da "L", que não teria borda suficiente sobre a qual a poderia girar quando o painel é levantado. Para usos típicos de strongbacks, veja a figura.



**Figura 17** - Preparo da forma e armação de placas

**Fonte:** TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012

Embora strongbacks muitas vezes sejam feitos de madeira, strongbacks fabricado em aço ou alumínio estão largamente disponíveis. Strongbacks normalmente são projetados para resistir a todo o momento de flexão que é induzida no painel durante o processo de elevação. Se isso não for feito, o painel fissura. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

### 2.1.18.Usando Calços

Normalmente, os apoios sob cada painel são definidos precisamente para corrigir a elevação. Caso contrário, calços podem ser usados.

Outro uso de calços, é sob o meio do painel, ou em três pontos. Um problema comum ocorre quando o peso de um painel, que é imposta a fundação em cada extremidade do painel, faz com que a fundação se curve para cima no meio devido a uma sobrecarga do solo nos pontos suporte. Para evitar isso, os calços são usados para distribuir o peso do painel ao longo do comprimento da fundação. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 18 - Base da Parede**

**Fonte:** TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012

Posteriormente o espaço entre a parte inferior do painel e parte superior da fundação é grouteada para fornecer distribuição uniforme sob o comprimento do painel, mas isso não atenua a condição de sobrecarga temporária que se desenvolve durante o processo de construção. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 19 - Base da Parede**

**Fonte:** TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012

Não utilize calços de chapa de aço, uma vez que podem corroer, e eles têm muita resistência ao atrito quando o painel retrai, podendo resultar em rachaduras diagonais perto das extremidades do painel. Um método usado para reduzir esta tendência é colocar mais armadura horizontal na parte inferior do painel. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Calços plásticos podem ser obtidos com fornecedores de acessórios para concreto. Eles vêm em conjuntos com uma espessura total de 1. 1/16 pol. Estes calços são feitos com 1/16-in, 1/8 e ¼ pol. Eles geralmente estão disponíveis em tamanhos de 4x4 ou 4x6. O plástico utilizado nestes calço são especialmente formulados para proporcionar alta resistência à compressão, sem deformação quando carregado. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION)

#### 2.1.19. Selecionando a Equipe de Elevação

O planejamento, a experiência e treinamento fazem a diferença entre uma operação de elevação suave e livre de erros de uma que é desorganizada e leva muito mais tempo do que deveria. A experiência da equipe de elevação, e sua capacidade comprovada para planejar a montagem do painel com cuidado, deve ser o critério mais importante para sua seleção. Não é apenas o preço. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Muitos contratantes Tilt-Up desenvolvem uma relação de trabalho com um empreiteiro que utilizam exclusivamente para elevação. Na maioria dos casos, a montagem do painel é um esforço da equipe, em que se fornece carpinteiros e trabalhadores para ajudar a equipe de elevação (que geralmente é composta de operador de guindaste, lubrificador/motorista, dois montadores, e um encarregado) e com o engenheiro acompanhando atentamente. Esta familiaridade no trabalho em conjunto é um fator muito desejável. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Algumas vezes a operação de elevação é uma meta competitiva. Nestes casos cada empresa de guindastes selecionada estuda o projeto para determinar quantos painéis serão levantados, como muitos podem ser difíceis de erigir (tais como os painéis em forma de L e lintéis), quanto os acessos e o espaço de manobras durante a elevação, e outros fatores que afetam o seu tempo no trabalho. Com essa informação, eles calculam quanto tempo leva para

concluir o trabalho, preparar e apresentar a estimativa de tempo. Se o empreiteiro não está familiarizado com o fornecedor, as referências são verificadas, para determinar quantos trabalhos foram concluídos e se foram sem contratempos. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

É possível que ninguém na sua área tenha experiência Tilt-Up. Neste caso, um fornecedor de guindaste disposto/operador pode aprender com cautela, tendo a primeira experiência. O fabricante de equipamentos pode auxiliá-lo, e ele pode planejar mentalmente cada etapa da operação com cuidado, além disso, utilizar uma equipe que também queira adquirir experiência. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Um operador de guindaste em uma área do país pode estar disposto a assessorar em outras áreas, por telefone. Em alguns casos, os operadores sem experiência em Tilt-Up podem visitar uma área ativa em Tilt-Up para assistir, conversar com os envolvidos, e voltar com confiança para tentar seu primeiro trabalho. Portanto, a falta de experiência não deve ser um impedimento. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Quando o empreiteiro de guindaste é selecionado, ele se reúne com o empreiteiro geral e a concreteira para rever o layout dos painéis. Isso permite que todas as partes verifiquem a localização dos painéis sobre a laje e sua posição final para minimizar o tempo de guindaste. Esta parte do processo de planejamento foi discutida na Seção 4, no entanto, o subempreiteiro de elevação desempenha um papel preponderante na determinação de onde os painéis são lançados na laje. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

#### 2.1.20. Planejando para o Dia da Elevação

Há uma quantidade considerável de trabalho que antecede os dias de elevação, e é este esforço que minimiza o tempo desperdiçados durante a operação de elevação.

Os elementos de engenharia que se seguem são necessários para se preparar para elevação:

- Localização e especificação dos pontos de engate,
- Escoras temporária de vento,

- Tamanho e Locação de strongbacks,
- A preparação por parte do fornecedor de polias e manual descrevendo o procedimentos a serem seguidos.

O fornecedor de polias também deve fornecer projetos de modo que quando o guindaste chega no dia de elevação, está tudo pronto e no lugar certo.

A lista a seguir é um exemplo de itens que uma empresa de guindaste segue quando vistoria o local de trabalho com o operador de guindaste, vários dias antes do levantamento. Esta lista é expansível e personalizável.

- Acesso do guindaste ao canteiro
- Acesso para a laje através de uma rampa construída corretamente a fim de não quebrar a borda da laje.
- Planicidade e capacidade de carga do terreno percorrido pelo guindaste.
- Todos os cabos de força (recomenda-se 10 metros de separação horizontal mínima entre as linhas de energia de qualquer parte do guindaste ou equipamento). Acordos com a companhia de energia devem ser feitos para poder desligar, se necessário.
- Riscos de redes enterradas que poderiam causar problema como compactação insuficiente de valas ou linhas de esgoto antigas.
- Com o empreiteiro e a concreteira, discutir a sequência de elevação e do caminho que a guindaste seguirá. Essa discussão também deve envolver o operador da grua.
- Também discutimos com o empreiteiro o espessamento da laje (se já não estiver pronta) nos pontos onde o guindaste entra e sai para minimizar a possibilidade de quebra.
- Certifique-se de todas as fôrmas são retiradas e o entulho removido.
- Fazer levantamento se inserts de içamento e escoramento são acessíveis e colocados corretamente, e as escoras estão posicionadas nos painéis.
- Verifique se fundações e apoios estão prontos.
- Certifique-se de todas as ferramentas estão prontas (pás, barras, cunhas , martelos, brocas, chaves, etc.)

- Certifique-se que o pessoal estará disponível (carpinteiros e operários).
- Revisão do cronograma para mobilizar o guindaste e começar o levantamento.
- Ler e analisar o Manual de Elevação. Este é o manual preparado pelo fornecedor de equipamentos e mostra cada painel, localizando os pontos de engate, pontos de ligação de escoras, comprimentos de cabos e outros itens de informação. Para uma amostra de desenho de um manual de elevação. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Além disso, antes do dia de levantar o empreiteiro de guindaste seleciona o guindaste que vai usar. A maioria aluga seus guindastes. Guindastes são selecionados com base no painel mais pesado e alcance máximo necessário para colocar um painel . Ele também escolhe o operador de guindaste, seu mais importante membro da equipe. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

#### 2.1.21. Realizar Uma Reunião da Segurança

Recomenda-se fazer uma reunião de segurança no dia do levantamento para distribuição dos serviços. Itens para discutir incluem:

- O homem escolhido como mestre de elevação é o único homem para sinalizar o operador da grua.
- Não são permitidas falas desnecessárias, gritos ou brincadeira.
- Demonstrar os procedimentos dos equipamentos de elevação e das instalações das escoras.
- Ninguém fica atrás ou sob um painel enquanto ele está sendo levantado.
- Ninguém fica entre um painel a ser levantada e a cabine do guindaste.
- Revisão da responsabilidade de cada homem.
- Enfatizar a segurança, vigilância, bem como a importância do trabalho em equipe.

## 2.2.Sobre Guindastes

Guindastes são classificados pela capacidade de elevação em toneladas. A capacidade de elevação é a carga máxima que pode ser levantada, com a lança estendida, enquanto patolado. A capacidade típica de um guindaste usado para Tilt-Up varia de 140-300 toneladas. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Seleção da capacidade de guindaste é baseada no peso do painel mais pesado, quão longe a lança deve chegar e quão longe o guindaste possa ser obrigado a carregar ou "andar" com o painel. Seleção do comprimento da lança é similarmente baseado na altura do painel, o alcance da treliça necessário para pegar e assentar os painéis, bem como o comprimento das cintas necessárias para pegar os painéis. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

No passado, o guindaste mais comumente usado para erguer painéis Tilt-Up foi um guindaste de caminhão. Um guindaste de caminhão tem mobilidade e viaja para o local de trabalho. Uma vez no canteiro, o guindaste é preparado em cerca de uma hora. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Cada vez mais, guindastes sobre esteiras são utilizados pela sua maior capacidade (250 a 300 toneladas é comum) e sua capacidade de trabalho fora d piso. Estes guindastes sobre esteiras operar sobre faixas de aço e têm a capacidade de carregar um painel que pesa mais de 100 toneladas. No entanto, os guindastes sobre esteiras são transportados para o canteiro de obras em reboques e montados, por vezes necessitando de um guindaste adicional. Mobilização do equipamento pode chegar a US\$ 10.000 ou mais. Para adquirir um guindaste novo de 300 ton. e todos os equipamentos adicionais necessários para Tilt-Up, como barras de prolongamento, pesos, cintas e ganchos, esteja preparado para gastar mais de US\$ 2.000.000. Para recuperar este investimento, o guindaste com uma equipe de elevação completa (operador, lubrificador e três montadores), deveria alugar para cerca de US\$ 750 por hora. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

No passado, quando os painéis pesavam mais de 50 ou 60 toneladas, dois guindastes trabalhavam juntos. Hoje, quando grandes painéis são escolhidos, é bastante comum empregar o uso de um guindaste sobre esteira. Guindastes hidráulicos menores são utilizados para as paredes locais. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



Para estabilizar um guindaste de caminhão durante o levantamento, apoios hidráulicos são estendidas para fora do guindaste (patola). Durante a elevação, quase todo o peso é carregado por estes apoios, ou sobre os oito pneus traseiros, enquanto se “carrega” um painel. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Supondo que o peso do guindaste de 75ton, e um painel de pesagem 40ton, e 80% da carga de guindaste sobre os apoios, cada apoio, suporta uma carga de 50ton ou 12,5ton. por pneu enquanto carrega o painel. É por isso que o projeto é importante. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

### 2.2.1. Seleção do Guindaste

Como uma "regra de ouro", o mais pesado do painel de até 9 metros de altura não deve pesar mais que a metade da capacidade do guindaste e o mais pesado painel de mais de 9 metros de altura não deve pesar mais de um terço do capacidade do guindaste. Essa redução é necessária porque a lança é muitas vezes prolongada para levantar e assentar um painel. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Fabricantes de guindastes fornecem gráficos para determinar a capacidade de elevação para diferentes distâncias.

Empresas de guindastes referem-se a estes para determinar a adequação da grua para os painéis e decidir quão longe ele pode chegar para pegar um painel.

Além de selecionar um guindaste com capacidade adequada, outros itens de verificação incluem:

- Manutenção preventiva.
- Certificado de garantia.
- A experiência do operador da grua com trabalho Tilt-Up.

### 2.2.2.Utilização de guincho

Para montagem de estruturas pré-moldadas, segundo Brumatti (2008), é normalmente utilizado o guindaste . Sendo assim alguns cuidados especiais em relação à segurança do trabalho precisam de atenção durante a utilização do guindaste.

Segundo FUNDACENTRO (1983), máquinas e equipamentos sem proteção são causas de acidentes graves, mas trabalhar apenas em máquinas com proteção, não significa evitar os acidentes. Por isso é muito importante que o manuseio das máquinas seja feito por profissional devidamente treinado e preparado para essa atividade.

A execução dos serviços é feita por operadores de guindastes, que passaram por um treinamento antes de estarem em um canteiro de obras. Em face disso, é fundamental contratar equipes que sejam especializadas e contem com funcionários qualificados na operação do equipamento (NÁRLIR, 2011).

O CPR (Comitê Permanente Regional-SP) informa como deve ser realizada a movimentação dos pré-moldados com segurança:

- as inspeções e manutenções dos equipamentos devem obedecer às especificações dos fabricantes quanto ao intervalo entre elas e aos itens a serem verificados;
- o operador antes do início da jornada de trabalho deve verificar as condições de funcionamento e conservação do guindaste;
- o equipamento de guindar deve estar devidamente estabilizado antes da movimentação das peças pré-moldadas;
- toda movimentação de carga deve ser feita com o acompanhamento de um profissional qualificado;
- a área onde houver movimentação de peças pré-moldadas deve ser isolada e devidamente sinalizada, proibindo-se a permanência de pessoas que não estejam envolvidas no processo;
- durante a movimentação das peças pré-moldadas o equipamento de guindar não poderá transportar pessoas ou ferramentas;

- toda a movimentação de cargas deve ser feita longe de linhas de transmissão de energia, quando energizadas;

- é proibido o içamento de pessoas com as peças pré-moldadas.

A movimentação de pessoas no guincho durante as montagens é proibida, como já citado anteriormente, porém durante a execução das estruturas o trabalhador é içado para retirar a cinta que prende a peça ao guincho.

Segundo a (NR-12, 2010), Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos as soluções estão disponíveis no Anexo III, Equipamentos de Guindar para Elevação de Pessoas e Realização de Trabalho em Altura: cesta aérea, cesto acoplado e cesto suspenso.

Cesta Aérea: Equipamento veicular destinado à elevação de pessoas para execução de trabalho em altura, dotado de braço móvel, articulado, telescópico ou misto, com caçamba ou plataforma, com ou sem isolamento elétrico, podendo, desde que projetado para este fim, também elevar material por meio de guincho e de lança complementar (JIB), respeitadas as especificações do fabricante. (NR-12, 2010)

Cesto Acoplado: Caçamba ou plataforma acoplada a um guindaste veicular para elevação de pessoas e execução de trabalho em altura, com ou sem isolamento elétrico, podendo também elevar material de apoio indispensável para realização do serviço. (NR-12, 2010)

Cesto Suspenso: Conjunto formado pelo sistema de suspensão e a Caçamba ou plataforma suspensa por equipamento de guindar que atenda aos requisitos de segurança deste anexo, para utilização em trabalhos em altura. (NR-12, 2010)

Para a situação em questão o cesto que poderia ser utilizado, com mais praticidade e facilidade seria o cesto suspenso. (NR-12, 2010)

Nas atividades onde tecnicamente for inviável o uso de Plataforma de trabalho aéreo - PTA, cesta aérea ou cesto acoplado, e em que não haja possibilidade de contato ou proximidade com redes energizadas ou com possibilidade de energização, poderá ser utilizado cesto suspenso içado por equipamento de guindar que atenda aos requisitos mínimos previstos neste anexo, sem prejuízo do disposto nas demais Normas Regulamentadoras e normas técnicas oficiais vigentes pertinentes a tarefa (NR 12, 2010).

De acordo com a (NR-12, 2010) é proibida a movimentação de pessoas simultaneamente com carga, exceto as ferramentas, equipamentos e materiais para a execução da tarefa acondicionados de forma segura, esses materiais não devem ter dimensões que possam trazer riscos ou desconforto aos trabalhadores.

Para garantir a segurança na movimentação “todos os trabalhadores no cesto aéreo devem utilizar cinto de segurança tipo pára-quedista ligado ao guarda-corpo do equipamento ou a outro dispositivo específico previsto pelo fabricante” (NR-18 CPN, 2010).

Outra regra que deve ser seguida para que o transporte seja realizado de forma segura nos cestos suspensos é “o peso total da carga içada, incluindo o moitão, conjunto de cabos, caçamba, trabalhadores, ferramentas e material não deve exceder 50% da capacidade de carga nominal do equipamento de guindar” (NR-12, 2010).

Segundo a (NR-12 2010) antes de içar os trabalhadores nos cestos suspensos devem ser realizados testes operacionais de içamento com a caçamba. Os testes de içamento devem ser executados para avaliar a correta instalação dos equipamentos, o funcionamento dos sistemas de segurança, as capacidades de carga e a existência de qualquer interferência perigosa.

“No içamento de teste, a caçamba deve ser carregada com a carga prevista para o içamento dos trabalhadores e deslocada até a posição em que ocorre o momento de carga máximo da operação planejada” (NR-12, 2010).

“É proibida a utilização de cabos de fibras naturais ou artificiais no içamento e/ou sustentação do cesto aéreo suspenso” (NR-18 CPN, 2010).

A (NR-12, 2010) afirma que o içamento do cesto suspenso deve ser feito por cabo de aço com fitilho de identificação ou sistema para identificação e rastreamento previsto pelo INMETRO - Regulamento de Avaliação da Conformidade para Cabos de Aço de Uso Geral.

“Os trabalhadores que operem e ou sejam transportados pelos equipamentos de guindar em operações assistidas, devem portar rádio comunicador ou equipamento de telefonia similar e possuir treinamento específico para utilizar este equipamento devidamente registrado” (NR-18 CPN, 2010).

## 2.3. Processo Construtivo

### 2.3.1. Dimensões da Parede Tilt-up

As placas de tilt-up foram dimensionadas uma a uma, cada qual a suportar as solicitações sobre elas empregadas. As dimensões variam de, aproximadamente, 6,00m a 8,50m de largura por 13,00m a 15,00m de altura, resultando num peso de aproximadamente 30 ton/placa a 40ton/placa (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

### 2.3.2. Pista de preparo

Normalmente, utiliza-se o próprio piso de concreto do prédio como forma para execução das placas de tilt-up. Na obra estabelecida nesta pesquisa, foi possível esse formato.

O concreto utilizado para fabricação foi o de fck 20Mpa.

### 2.3.3. Formas, armação e concretagem

A produção das formas para o tilt-up, baseiam-se nas técnicas utilizadas para execução de pisos de concreto. Todas as placas possuem uma espessura de 15 cm e suas formas foram executadas com sarrafos de 15 cm, sustentados através de cantoneiras metálicas. Para execução dos diversos frisos e acabamentos de bordas que foram determinados pelo projeto arquitetônico, utilizaram-se cantoneiras em madeira de 2x2 cm nas bordas e, friso trapezoidais também em madeira de 5 cm de altura (Figura 20). (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 20** - Preparo da forma e armação de placas

**Fonte:** O AUTOR, 2012

O lançamento e adensamento do concreto obedeceram aos padrões estabelecidos, sendo utilizados equipamentos de bombas com lança (Figura 21). O concreto determinado para as placas foi o de fck 25MPa.

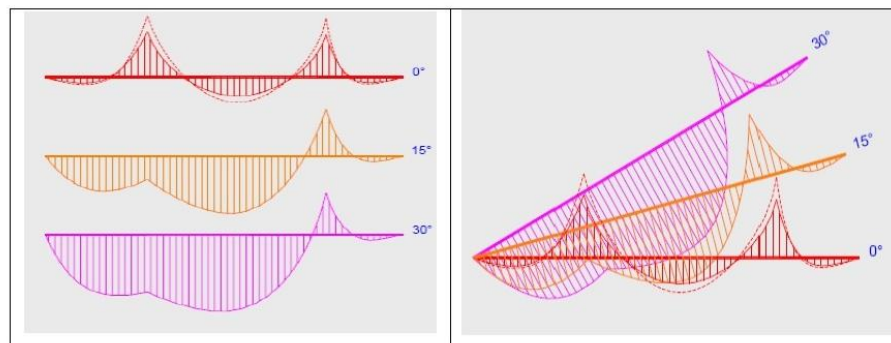


**Figura 21** - Foto lançamento de concreto

**Fonte:** O AUTOR, 2012

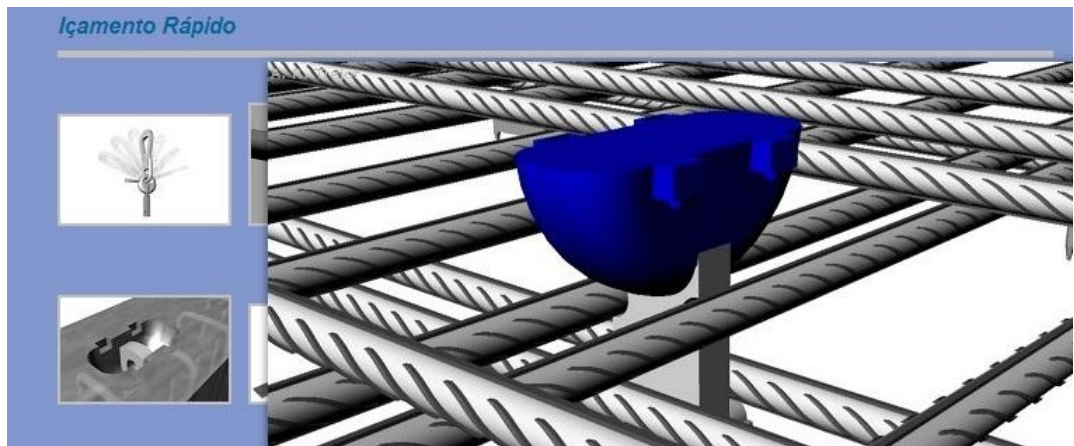
#### 2.3.4. Içamento e montagem dos painéis

As placas são dimensionadas conforme sua disposição e esforços recebidos. Porém, como na maioria dos pré-moldados, um dos momentos de maior esforço localizados e de importante consideração nos cálculos estruturais, é o do içamento da placa ocorrendo assim, uma atuação concentrada de esforços (Figura 22). Como dito anteriormente, esse fator até contribuiu decisivamente para a alteração na especificação do concreto dos painéis. (PEREIRA, 2005)



**Figura 22** - Representação diversas das forças no içamento das placas

**Fonte:** PEREIRA, 2005



**Figura 23** - Lift armado, Sistema de içamento rápido.

**Fonte:** TCA, 2012



**Figura 24** - Lifts armados para concretagem.

**Fonte:** O AUTOR, 2012



**Figura 25** - Lançamento de concreto

**Fonte:** O AUTOR, 2012



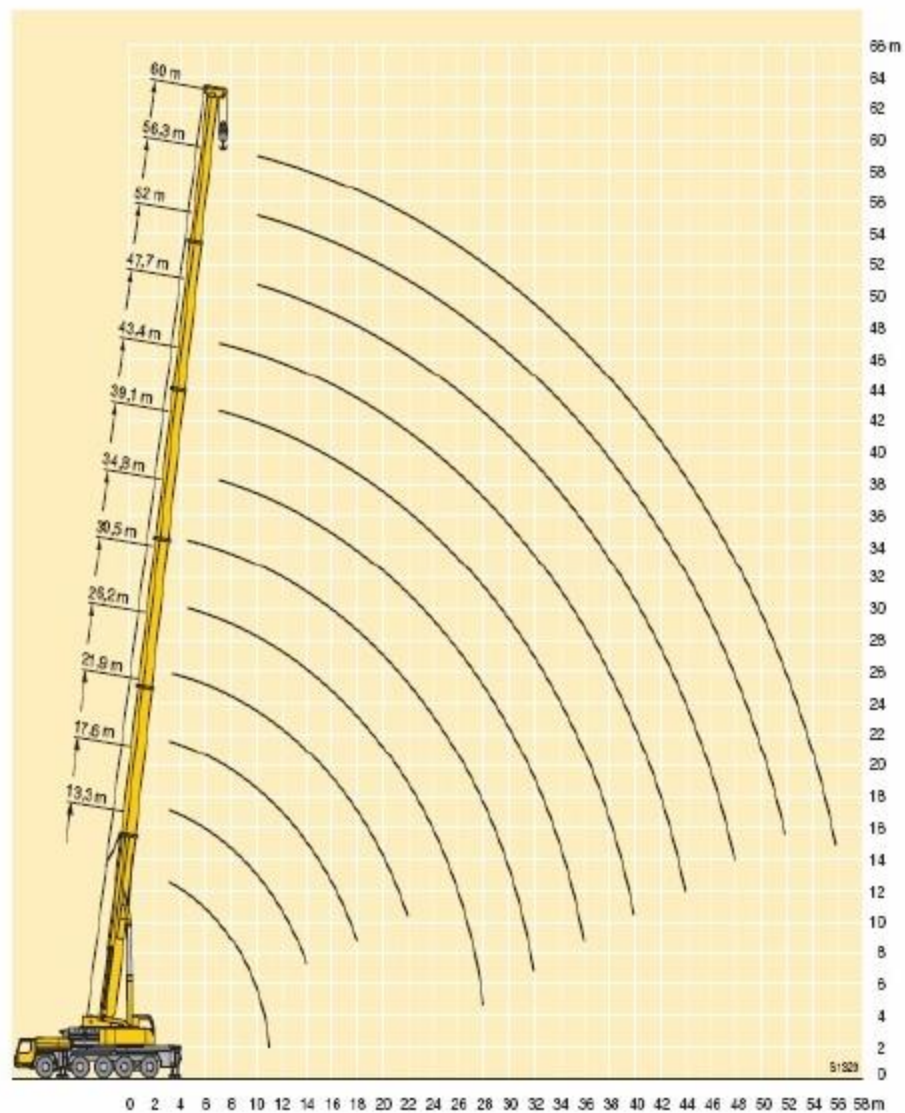
**Figura 26** - Central de Concreto utilizada no processo construtivo.

**Fonte:** O AUTOR, 2012



A montagem das placas é, normalmente, realizada por guindastes com uma capacidade de carga de 120 ton. Esses guindastes, devido ao seu plano de rigging (Figura 27), suportam nas situações oferecidas pela obra placas de, no máximo, 30 ton. (peso de uma placa convencional). Na obra avaliada, no entanto, foi necessário a contratação de dois guindastes de capacidade de carga de 40 ton e 120 ton. pela existência de placas com quase 40 ton. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Após a montagem das placas sobre os pilares foi realizado o trabalho de escoramento, feito por escoras metálicas fixadas na face externa das placas e, na outra extremidade, em blocos concreto executados no solo.



**Figura 27** – Rigging de um Guindaste

**Fonte:** CATÁLOGO LIEBHERR, 2012

## 2.4. Levantamento Reverso

Levantamento reverso é aquele em que o operador do guindaste não consegue ver a face do painel (onde os equipamentos estão ligados) quando ele levanta o painel. Isso deve ser evitado por razões óbvias, mas às vezes é necessário, como quando os painéis são construídos a partir do exterior do edifício, ou quando o último painel é erguido e quando a grua saiu do edifício. (NR-12, 2011)

### 2.4.1. Alguns Problemas de Elevação

Quase todos os problemas de elevação podem ser evitados através de um planejamento adequado. Aqui estão alguns problemas que podem ocorrer, listados em ordem decrescente de incidência geral:

Colagem de Painel na laje. Uma cunha de aço sob a borda para soltá-lo ou um puxão mais forte pelo guindaste normalmente resolve. Ela pode ser causada pela água que escoou sob o painel e faz uma ligação de sucção. Muito raramente o desmoldante falha fazendo parte da laje se agarrar ao painel quando ele é levantado. Quando isso ocorre, o piso lasca fora uma vez que o painel é erguido. Se o painel adere a uma área grande do piso, tanto o painel quanto a laje é cortada, removida e substituída. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Painel não levanta no prumo. Isso é causado pela não colocação dos pontos de elevação na posição correta, configuração imprópria de polias ou erro de cálculo da localização dos pontos de elevação. Se o painel não pode ser manuseado na posição, é baixado e inserts de emergência aparafusadas para um melhor equilíbrio do painel. O operador da grua deve sempre ter estes inserts para tais emergências. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Painéis racham durante o levantamento. Este geralmente é devido à baixa resistência do concreto, a configuração imprópria de polias, localização deslocada dos pontos de elevação, armadura insuficiente ou imprópria, inadequação na verificação das tensões de elevação do painel ou devido a arrasto do painel solto no chão. A maioria das fissuras dessa natureza fecham depois que o painel está assentado, no entanto, ocasionalmente, elas

permanecem visíveis. Se são uma preocupação estrutural, eles são corrigidos com argamassa epóxi ou injetada. Muito raramente uma fissura deforma permanentemente um painel exigindo a remoção e substituição. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Capacidade insuficiente do guindaste. Este é geralmente o resultado de subestimar o peso do mais pesado do painel, ou uso da lança para fora, mais distante que o previsto. Lastro é adicionado ao guindaste para contrariar a tendência de ponta, ou uma grua de maior capacidade é trazida para o local de trabalho. Ambas as opções são caras e podem ser evitados com um planejamento mais cuidadoso. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Cabos emaranhados durante o levantamento. Isso é relativamente fácil rápido de corrigir pelos montadores. Geralmente causada por uma elevação muito rápida ou cabos pequenos demais. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Painel não se encaixa. Um exemplo é um painel que é longo demais para caber em sua posição na parede. O painel é baixado em vigas de madeira, a ponta sobressalente serrada e o painel levantado novamente e instalado. O painel muitas vezes sobe torto durante a segunda elevação pois os pontos de içamento não estão centrados sobre o novo centro de gravidade. Quando o painel é menor que o projetado, consulte o calculista para ver se um complemento pode ser feito ou se o painel deve ser descartado e substituído. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Fundações desnivelam o painel. Na maioria das vezes é resultado de muita pressão do pé do painel sobre a fundação. É por isso que é uma boa idéia usar calços em três pontos sob o painel para espalhar a carga ao longo da fundação. Normalmente, o solo é compacto o suficiente para isso não ocorrer mesmo quando os calços intermediários não são utilizados, mas o uso do último é aconselhável. Se blocos sob as extremidades dos painéis são usados em vez de piso contínuo, isso também resolve o problema. Outra causa é a água sob a fundação que diminui a sua capacidade de carga. Não monte os painéis até que o solo sob e ao redor dos alicerces da laje esteja seco pausas. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

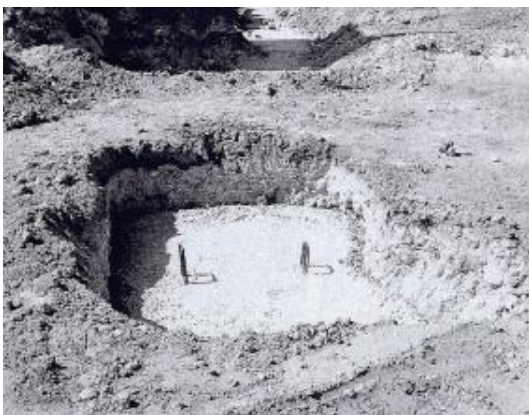
Piso que quebra sob as patolas. Esta é a mais provável de acontecer se houver um ponto vazio sob a laje ou se a patola é colocada muito perto da borda da laje, de uma junta. Se é uma área suspeita, apoios de madeira sob as patolas podem ajudar.

Inserts de Levantamento soltos. Com inserts de alta tecnologia utilizados hoje em dia, e uma cuidadosa engenharia, esta ocorrência é extremamente rara. Quando isso ocorre, geralmente é o resultado de erro de calculo das cargas em uma inserção, mais do que a falta da inserção. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION,2012)

## 2.5. “Peso Morto”

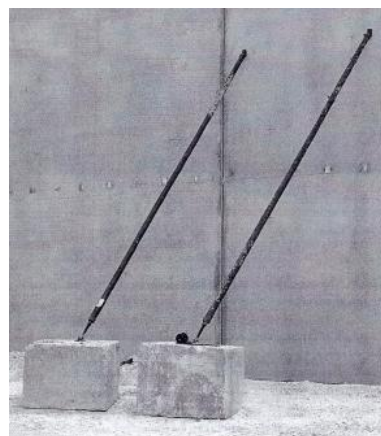
Peso Morto é uma base temporária usada para ancorar as escoras onde não há piso. São caixas preenchidas com concreto armado, sapatas corridas temporárias, blocos maciços de concreto ou um dos vários dispositivos mecânicos que são abertos ou enterrados no solo. A superfície superior fica no máximo a 15cm. acima do nível. Provisões são feitas para conectar as escoras ou chumbadores de expansão pós-instalados são usados para conectar as escoras ao “Peso Morto”. O projeto do morto exige conhecimento de capacidade de suporte lateral e vertical do solo envolvido ou uma consideração conservadora é feita. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Após as cargas nas escoras, o espaçamento e as condições do solo, o fornecedor de acessórios determina o projeto do morto. Em geral, o peso do concreto do morto é quase tanto quanto a carga de vento em uma escora. Por exemplo, um painel com 4ton. com suporte de carga em 2 escoras, requer um morto com o peso de aproximadamente 2 ton em cada escora. Esta é uma estimativa conservadora, que pode ser reduzida. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 28** – Peso Morto executado no solo

**Fonte:** TCA, 2012



**Figura 29** – Peso morto no piso

**Fonte:** TCA, 2012

## 2.6.Escoramento

Estrutura provisória, destinada a auxiliar as vigotas pré-fabricadas a suportar a carga de trabalho durante a montagem da laje e durante o período de cura do concreto complementar lançado na obra. (NR18, 2011)

Antes de levantar um painel, escoras tubulares temporárias são conectadas a face do painel. As escoras serão ancoradas ao piso ou outro sistema de fundação depois que o painel é levantado e colocado em sua posição final, e antes da grua liberá-lo. Estas escoras realizam o prumo do painel e impedem que ele caia. (Figura 31). (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 30** - Içamento, Lifts, Peças metálicas , escoramento, cordas.

**Fonte:** O AUTOR, 2012

As escoras são selecionadas com base em seu comprimento e capacidade para resistir a cargas de vento, geralmente através de um fator de segurança de 1,5x. Dependendo do seu comprimento e diâmetro, algumas escoras são apoiadas no seu comprimento médio para evitar flambassem. Isso é feito com um subescoramento articulado na lateral e no final. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Para evitar ter que instalar esse sub-escoramento, uma escora de maior capacidade de suporte é necessária.

Duas escoras por painel são o mínimo, frequentemente são necessárias mais. Para os painéis de grandes dimensões ou em áreas de vento forte, três ou quatro escoras por painel podem ser necessárias para reduzir o risco de queda. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Existem dois tipos de escoras disponíveis, de comprimento fixo e as telescópicas. Ambos os tipos têm aproximadamente 45 cm de ajuste com rosca na sua extremidade inferior. Isto é usado para pôr no prumo os painéis. Ambos os tipos são utilizadas com extensões para aumentar o comprimento e, em alguns casos, exijam articulações, laterais e finais para atingir a capacidade de carga necessária. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

A extremidade superior de uma escora é embutida na parede por meio de um parafuso  $\frac{3}{4}$ , e na extremidade inferior geralmente conecta-se ao piso com um parafuso  $\frac{3}{4}$ .



**Figura 31** – Extremidade superior

Fonte: TCA, 2012



**Figura 32** – Extremidade inferior

Fonte: TCA, 2012

Frequentemente essa conexão é projetada especificamente para este uso.

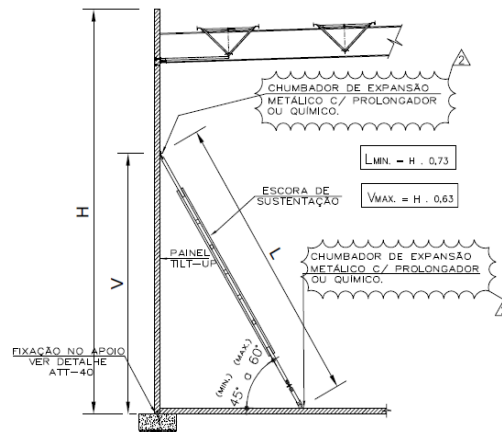
Uma palavra de cautela, alguns tipos ancoragens de expansão, aqueles que não foram originalmente projetados para uso em Tilt-Up apresentaram falhas; quer arrancando o parafuso, fragmentando do concreto ou arrancando um cone de concreto. Não é necessário dizer que esta é uma área onde a decisão de compra não deve ser baseada exclusivamente no preço. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Ancoragens de expansão pós-instaladas que são especialmente projetadas para conectar escoras devem ser repetidamente testadas para garantir que vão resistir as condições de carga de vento. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

As escoras tubulares temporárias são ligadas acima da meia altura do painel, com um ângulo ao piso de cerca de 54 a 60 graus. Tipos e escoras, quantidades, tamanhos e posições



são normalmente especificados pelo fornecedor de acessórios de concreto como uma parte de seu serviço, mas as escoras são geralmente alugadas. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 33** – Desenho Esquemático de Apoio Temporário

**Fonte:** TCA, 2012

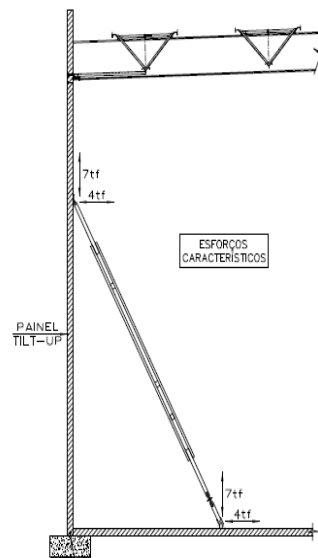
Escoras são definidos, ajustadas ao comprimento adequado e ligadas ao painel antes que seja levantado. Pouco tempo é perdido quando o painel é levantado e colocado em posição - as escoras estarão soltas e são rapidamente presas à laje. A ligação da escora com o piso geralmente leva menos de dois minutos. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

O processo normal é um trabalhador manter a escora na posição desejada, enquanto outro perfura o piso no tamanho apropriado para instalar o insert pós-fixado utilizado para segurar a escora. Alternativamente, a escora é conectada a um insert pré-instalado. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

Às vezes, o piso está indisponível para ancorar a escora. Isto é devido ao fato da laje ser concretada posteriormente, ou as escoras serem instaladas no exterior do edifício. Nestes casos, a escora fica ancorado em um “peso morto”, que normalmente é uma caixa em massa de concreto suficiente para resistir com segurança à solicitação da escora. (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)

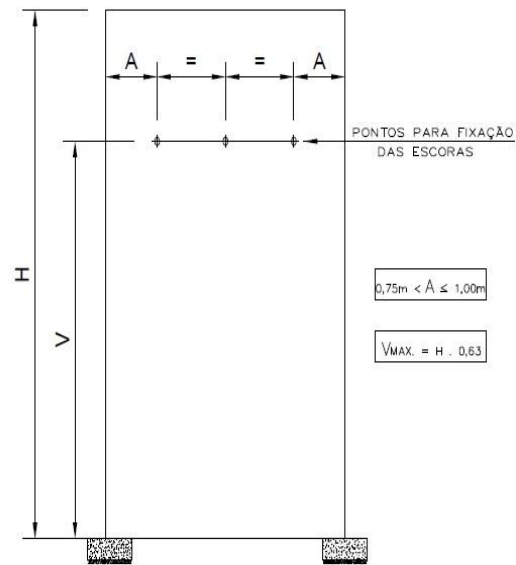


**Figura 34** - Acidente com Escora utilizada do Sistema Construtivo Tilt-up  
**Fonte:** O AUTOR, 2012



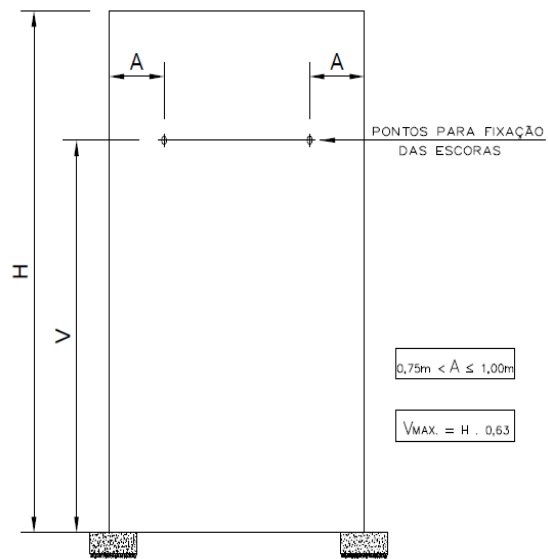
**Figura 35** - Desenho esquemático dos esforços nas ligações das escoras.  
**Fonte:** TCA, 2012





**Figura 36** – Desenho esquemático do Posicionamento das Escoras ( painel com 3 escoras)

**Fonte:** TCA, 2012



**Figura 37** – Posicionamento das Escoras ( Painel com 2 escoras )

**Fonte:** TCA, 2012



**Figura 38** – Execução de escoramento

**Fonte:** O AUTOR, 2012

## 2.7.Solidarização estrutural e acabamento

Após a execução da estrutura metálica realizou-se a ligação entre a mesma e as placas. Essa ligação foi feita através de soldagem em diversos inserts metálicos pré- determinados no lado interno da placa de tilt-up (Figura 39). Depois de realizado esse procedimento, o prédio começou a receber o acabamento final das paredes. Utilizou-se textura acrílica na face externa e, pintura acrílica na face interna (TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION, 2012)



**Figura 39** – Detalhe da ligação entre estrutura metálica e a placa.

**Fonte:** O AUTOR, 2012

### 3.METODOLOGIA

O método de trabalho utilizado se fundamentará na apresentação processo construtivo, peças metálicas , equipamentos envolvidos no sistema de içamento de paredes tilt-up.

A pesquisa envolve estudo do acidente acontecido no içamento do painel em concreto armado, através da descrição e avaliação do acontecido com o intuito de adotar medida de controle imediata e medidas de ações corretivas e preventivas neste sistema construtivo.

Foram realizadas pesquisa de campo, fotos registradas pelo autor no processo de içamento de parede Tilt-up, pesquisas em livros, internet e teses de domínio publico que demonstrarão de forma satisfatória assuntos relevantes ao tema proposto para esta pesquisa.

#### 3.1.Descrição do Acidente

A equipe de 16 colaboradores estava trabalhando, na construção de um condomínio logístico, juntamente com Engenheiro residente, mestre de obra e técnico de segurança do trabalho, no içamento de painel em concreto armado, e os trabalhos vinham seguindo a sequencia, normalmente, conforme a metodologia mais segura a ser aplicada, dentro das normas de segurança vigente.

A atividade estava sendo desenvolvida por 2 guindastes, para o desprendimento da painel com o piso, sendo que um deles é utilizado como apoio ao guindaste de maior força motriz, até a parede em concreto armado ficar completamente suspensa.

No momento em que o painel atingiu aproximadamente 90 graus, ouviu-se algo como um estouro e ao visualizar percebia-se que o cabo de içamento estava desconectado da parede em concreto armado e girando em alta velocidade, e na sequencia todos os outros lifts foram rompendo-se uma a uma, devido a sobrecarga que gerou sem o apoio do primeiro lift rompido, fazendo com que ocasionasse a queda da parede fabricada em concreto armado, na área isolada e parcialmente sobre o guindaste (Figura 40), faltando muito pouco para atingir a cabine operador do guindaste.



**Figura 40** – Queda da Parede Tilt-up sobre o Guindaste, perto da cabine do operador.

**Fonte:** O AUTOR, 2012

### 3.2.Avaliação do Acidente

Em reunião, com todos os envolvidos no trabalho de içamento da parede Tilt-up, observou-se que o primeiro estouro que aconteceu na hora do acidente, e a forma que o painel caiu, podia-se presumir em que região ocorreu a falha no sistema de içamento.

Nesta avaliação, constatou-se que alguma falha havia ocorrido na região dos 2 primeiros lifts, do lado direito da placa, já que foram os primeiros cabos, que foram especificados pelos colaboradores, a se desprender do painel em concreto armado.

Avaliadas cuidadosamente, os lifts, grampos, sapatilhas, manilhas, cabos de aço, constatou-se que justamente a primeiro lift do lado direito apresentava uma oxidação considerável, internamente, que pode ser comprovada na foto abaixo.



**Figura 41** – Lift oxidado e o primeiro a romper no içamento.

**Fonte:** O AUTOR, 2012

Determinou-se que a causa do acidente foi mecânica, provida do rompimento das peças metálicas ( lifts ), chumbadas diretamente no concreto, após a avaliação de todas as peças metálicas, cabos, grampos, lifts, constatou-se que o primeiro lift rompido apresentava oxidação em uma parte significativa da peça, prejudicando sua função estrutural de resistência da peça.

## 4.RESULTADOS

Neste tópico será apresentado, como resultado, as medidas de controle imediata adotada e medidas de ações corretivas e preventivas após a descrição e avaliação do acidente, no processo de içamento da parede Tilt-up, com o objetivo de minimizar o risco de acidente, ou até mesmo eliminá-lo do canteiro de obra, que é o escopo desta pesquisa.

### 4.1. Medidas de controle imediata adotada

No dia seguinte, após o acidente realizou-se uma reunião com todos os profissionais envolvidos na atividade de elevação da parede em concreto armado, Tilt-up, e foram definidas algumas ações preventivas com o intuito de eliminar os riscos existentes.

Contatou-se o fornecedor dos lifts e solicitou-se a inspeção imediata de todos os lifts que estavam chumbados no painel em concreto armado.

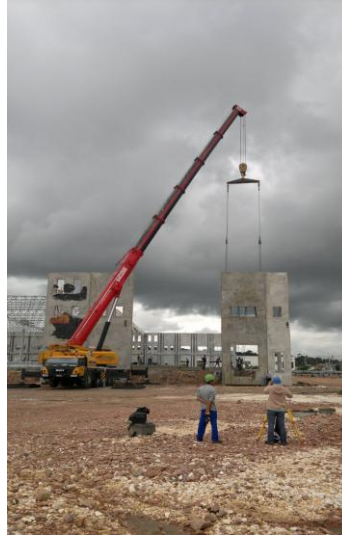
Foi definido que o guindaste mudaria a posição de transporte, que seriam içadas apenas 2 paredes por patolada do equipamento (Figura 42), ao invés de 6 painéis, como era a princípio (Figura 43), para isolar o guindaste do risco de queda que atinja o equipamento de içamento.

Antes do início do transporte da parede, todos os lifts e peças metálicas deverão ser inspecionados e qualquer lift que ofereça qualquer vestígio de insegurança, deverá ser substituído a pelo Lift Plate (Figura 44), que é uma peça mais robusta e parafusada na parede Tilt-up e resiste a solicitação de carga da parede.

Avaliação geral da parede, com verificação das peças metálicas, trincas no concreto e qualquer sinal de imperfeição será proibida o içamento desta parede.

Comprometimento da equipe em realizar o procedimento de içamento de acordo com o combinado e qualquer sinal de insegurança, qualquer colaborador poderá expressar sua opinião.

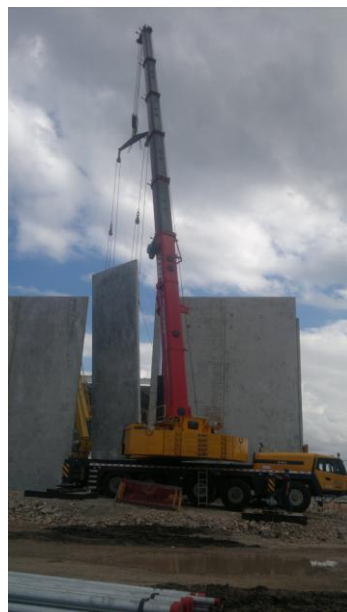
O novo posicionamento do Guindaste, após o acidente, gerou perda na produção , pois apenas 2 painéis serão içados, para garantir a segurança do operador e danos ao equipamento, que fica fora do raio de uma possível queda da parede Tilt-up.



**Figura 42** – Içamento após acidente

**Fonte:** O AUTOR, 2012

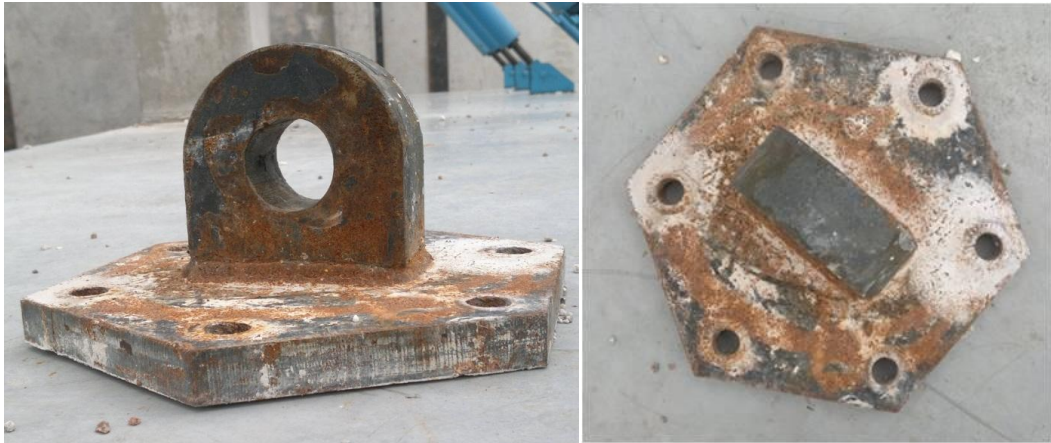
O posicionamento anterior ao acidente, gerava excelente produção, porém, oferecia riscos ao equipamento e ao operador, pois caso houvesse alguma falha no cabo, ou peças metálicas envolvidas, o painel em concreto armado poderia atingir o operador e o guindaste.



**Figura 43** – Içamento antes do acidente

**Fonte:** O AUTOR, 2012

O lift plate foi adotado por ser uma peça mais robusta e oferecer maior capacidade de resistência caso tenha um lift inseguro, apontado pela fiscalização, na inspeção das peças metálicas envolvidas no processo.



**Figura 44** - Lift Plate, utilizado para substituir o lift inseguro

**Fonte:** O AUTOR, 2012

#### 4.2. Medidas de ações corretivas e preventivas

As cordas utilizadas no controle do painel será estendida para 11 metros , ao invés de 8 metros, como era a princípio, para aumentar a segurança dos colaboradores no momento de controle do içamento do painel.

A posição de transporte da parede Tilt-up, foi alterada, com o intuito de aumentar a segurança dos colaboradores, retirando o guindaste do Raio de insegurança, evitando assim, caso ocorra uma queda de outra parede Tilt-up, o impacto com o Guindaste.

O guindaste deve estar devidamente com as manutenções em dia e operador do equipamento de içamento deve ter experiência.

O solo para patolagem do Guindaste deve ser reforçada com material graduado e compactado, especificado para resistir a solicitação do equipamento no momento do içamento da parede Tilt-up.

Em caso de intempéries (chuva, ventos, etc.) suspender a operação.



O uso de EPI e EPC em todo processo construtivo.

Os DDS (Diálogos Diários de Segurança), bem como treinamentos periódicos para todos os trabalhadores.

Os Cabos não devem apresentar fios arrebitados e ser dimensionados para suportar a solicitação e devem ter a manutenção devida.

Os lifts devem ser inspecionados no momento da entrega na obra, após a concretagem e momentos antes do içamento e qualquer vestígio de insegurança deve ser comunicado para ser substituído pelo Lift Plate.

Escoramento deve ser dimensionado para suportar cargas horizontais e verticais, e deve-se fiscalizar os escoramentos executados, pois operadores de plataformas elevatórias esbarram nos escoramentos, no momento do desparafusamento das escoras fixadas nas paredes tilt-up e não avisam o incidente, colocando em risco os colaboradores, podendo causar tombamento deste painel.

#### 4.3. Avaliações dos Resultados

Através deste trabalho, pode-se ter uma percepção geral dos riscos a qual os trabalhadores e equipamentos envolvidos no sistema construtivo Tilt-up estão sujeitos, através da avaliação do acidente acontecido e riscos na qual foi avaliada, visando as etapas de execução do içamento da parede Tilt-up.

Verificaram-se riscos de natureza física, de acidentes em diferentes etapas de um ciclo de trabalho comum. Estes riscos podem ser mitigados ou eliminados através de alterações de processos, fiscalização dos serviços e procedimentos internos, bem como uso de EPC's e EPI's.

Constatou-se que os perigos com consequências crônicas, tais como lifts com oxidação, escoramento de apoio as placas danificadas, posicionamento do guindaste em local inseguro, podem ser mitigados através de avaliação do processo construtivo, monitoramento e inspeção de todas as peças, da parede Tilt-up e equipamentos utilizados.

Os perigos de consequências agudas, tais com acidentes de trabalho podem ser reduzidos com o uso correto e adequado dos devidos EPI's, bem como a realização de

capacitações e treinamentos para os trabalhadores, quanto à utilização de equipamentos e processo construtivo.

Faz-se interessante a realização dos DDS (Diálogos Diários de Segurança), bem como treinamentos periódicos para todos os trabalhadores como forma de atualiza-los quanto aos conhecimentos voltados à saúde e segurança dos colaboradores.

Haja vista a importância das especificações de atividades de cada função, bem como a administração e planejamento de atividades a serem realizadas em campo, que necessitem de mão de obra especializada.

Os trabalhos de melhoria, visando à segurança do trabalhador, deverão contar com os funcionários, incorporando a vivência, conhecimentos, experiências e participação de todos os colaboradores, uma vez que eles estão expostos aos riscos e efeitos. Sua participação possui papel fundamental para amenização e eliminação de acidentes do trabalho, bem como identificação de novos perigos, presentes no ambiente de trabalho.

O uso desta ferramenta em novos processos, ou alteração dos mesmos, ou mesmo na compra de equipamentos e maquinários, é fundamental para a determinação dos riscos aos quais estão expostos os trabalhadores, permitindo uma visão mais ampla de processos no tocante aos projetos, permitindo que sejam revistos em tempo, caso seja necessário.

## 5.CONCLUSÃO

O resultado encontrado foi a oxidação considerável no lift situado ao lado direito, que causou o acidente, após avaliadas cuidadosamente, os lifts, grampos, sapatilhas, manilhas, cabos de aço, constatou-se que justamente, conforme a descrição e avaliação do acidente, o primeiro lift do lado direito apresentava este problema, internamente, determinando este o diagnóstico para causa do acidente.

Confirmado o diagnóstico, acarretou alterações no posicionamento do guindaste, no momento do içamento, para que o equipamento ficasse fora do raio de insegurança da parede Tilt-up, caso houvesse queda, e a utilização do lift plate, que é uma peça mais robusta e oferece maior resistência que o lift, caso, a fiscalização verificasse que a peça metálica apresenta-se insegurança.

Comprova-se, através deste trabalho, que as medidas de controle imediata adotada e medidas de ações corretivas e preventivas foram de fundamental importância para reduzir o risco de acidente, ou até mesmo eliminá-los, após descrição e avaliação do acidente ocorrido, que foi diagnosticado o acontecido, no içamento de parede Tilt-up, que é o objetivo específico desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

CATÁLOGO LIEBHERR. Technical Data. Mobilkran – MÓbile Crane LTM 1220 – 5.1 il.color, 11 cm.

CORRÊA, M. U. **Sistematização e Aplicações da NR-12 na Segurança em Máquinas e Equipamentos**, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, p. 17-18, 2011, Ijuí – RS.

CPN, Comitê Permanente Nacional-NR-18. **Cesto Aéreo**. Disponível em: [http://www.cpn-nr18.com.br/uploads/propostas/cesto\\_areo\\_cpn\\_final\\_.pdf](http://www.cpn-nr18.com.br/uploads/propostas/cesto_areo_cpn_final_.pdf). Acesso em: 15 jan. 2014.

FUNDACENTRO. **Manual de Prevenção de Acidentes para o Trabalhador Urbano: Área: Construção civil**. São Paulo: 1983.

NÁRLIR, **Gustavo**. **Guindaste sobre rodas**: Saiba como especificar o equipamento adequado à capacidade de carga almejada e à topografia do terreno. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento imobiliario/104/como-locar-guindaste-sobre-rodas-163010-1.asp>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

NORMA REGULAMENTADORA 12 – NR 12. **Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Disponível em: [http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12\\_anexoXII.htm](http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12_anexoXII.htm) Acesso em: 11 abr. 2012

NORMA REGULAMENTADORA 18 – NR 18. **Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>. Acesso em: 22 out. 2011.

PEREIRA, **Vitor Faustino**. **Pré-moldados no Sistema Tilt-up**: Uma alternativa para racionalização e qualidade das alturas. ABESC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM/Sinduscon – Sindicato da Construção

REIS, **Arnaldo**. **Planejamento da segurança na execução de Tabuleiros Com recurso a elementos Pré-Fabricados**. 2009. Disponível em: <[http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier\\_artigo/artigo20jantardebate\\_nov200911323390424d2305ef799d2.pdf](http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/artigo20jantardebate_nov200911323390424d2305ef799d2.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2014.

REN. **Movimentação de Cargas Pesadas**. 2009. Disponível em: <<http://www.ren.pt/vPT/Gas/ConcursosRENGasodutos/Especificacoes/Documents/QAS%20-%20Qualidade,%20Ambiente%20e%20Seguran%C3%A7a/Seguran%C3%A7a/Fichas%20Preven%C3%A7%C3%A3o%20e%20Seguran%C3%A7a/FPS%2002%20-%20Movimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Cargas%20Pesadas%20Ed02.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

RIVERA, **Adriana Falcochio**; GOMES, **Cláudio André**; AFONSO, **Marcelo d'Avila**; **Gobbi, Tarso Leite**. **Sistema Tilt-up**. Tese (Mestrado Profissional em Habitação) – IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS da Universidade de São Paulo, 2005.

TCA – TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION. Disponível em : <http://www.tilt-up.or.br>, Acesso em 10 janeiro 2012.

TREJOR, **Grampos e sistema de içamento rápido**. <http://www.trejour.com.br>. Acesso em: 25 jan. 2014.

VOOS, **Andiara Thaís. Avaliação da Segurança do Trabalho na Construção Civil da Cidade de Chapecó**. Chapecó, 2009. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó.

ZOCCHIO, Álvaro. **Prática da Prevenção de Acidentes**. São Paulo: Atlas, 2002.