

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**BERNARD REBOUÇAS DE ABREU**

EXECUÇÃO DE EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS COM UTILIZAÇÃO DO  
MÉTODO CONTRUTIVO “TILT-UP”

JOÃO PESSOA

2015

**BERNARD REBOUÇAS DE ABREU**

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO CONTRUTIVO “TILT-UP” NA EXECUÇÃO  
DE EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado a  
Universidade Federal da Paraíba-UFPB, como requisito  
parcial para a obtenção do título Bacharel em Engenharia  
Civil.

**Orientador:** Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Junior

JOÃO PESSOA

2015

# **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**BERNARD REBOUÇAS DE ABREU**

## **EXECUÇÃO DE EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS COM UTILIZAÇÃO DO MÉTODO CONTRUTIVO “TILT-UP”**

Trabalho de Conclusão de Curso em 27/02/2015 perante a seguinte Comissão Julgadora:

---

**Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior**

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

**Prof. Carlos Antônio Taurino de Lucena**

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

**Prof. Rômulo Polari Filho**

---

**Profa. Dra. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga**

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

## **AGRADECIMENTOS**

Aqueles que foram alicerce, agradeço os pesquisadores e escritores.

Aqueles que foram infindáveis fontes de conhecimentos, agradeço os professores.

Aqueles que foram estímulo e companheirismo, agradeço os colegas de curso.

Aqueles que foram alegria e apoio, agradeço os amigos.

Aqueles que sempre foram todas as características supracitadas, inspiração, motivo e razão, agradeço à família.

Por fim, agradeço à Deus pela oportunidade.

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de graduação tem como tema o método construtivo de fechamento estrutural *Tilt-up*, tecnologia de origem americana pouco difundida no Brasil. Tal estudo tem enfoque nas edificações industriais pelas suas características favoráveis ao método, e versa a respeito do caráter executivo do mesmo a partir de bibliografias, ao mesmo tempo que apresenta pesquisa em campo revelando detalhes da sequência construtiva de uma edificação fabril em João Pessoa-PB. A partir das informações levantadas durante o período da obra estudada, índices e valores obtidos foram comparados ao método construtivo de alvenaria estrutural revelando não apenas a viabilidade do *Tilt-up*, quanto o benefício econômico obtido no que se refere ao tempo de execução, redução do contingente operário, bem como das despesas indiretas.

**Palavras-chave:** Tilt-up. Edificações Industriais. Métodos Construtivos. Mão de Obra

## **ABSTRACT**

This senior design project has its theme about the structural closure method Tilt-up. Originated from the United States, this technology is little known in Brazil. The study focus on the industrial buildings for its favorable characteristics to the method, and versa regarding executive character withdrawn from many bibliographies, while presenting field research revealing details of the construction sequence of an industrial building in João Pessoa – PB. From the information gathered during the period of the study work, indexes and values were compared to the constructive method of structural masonry revealing not only the viability of the Tilt-up method, as the benefit obtained with regard to the execution time, reduced labor quota and as the overhead costs.

**Keywords:** Tilt-up. Industrial building. Constructive methods. Workforce.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
LISTA DE QUADROS .....	x
LISTA DE SIGLAS .....	xi
LISTA DE UNIDADES .....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
1.0. Introdução .....	1
2.0. Justificativa .....	2
2.1. O Brasil .....	2
2.2. A Industria .....	3
3.0. Objetivos .....	5
3.1. Objetivo Geral .....	5
3.2. Objetivos Específicos .....	5
4.0. Metodologia .....	5
5.0. Sistema Construtivo Tilt-Up .....	7
5.1. Definição .....	7
5.2. Histórico .....	7
5.3. Planejamento e Execução .....	9

5.4. Sequência Construtiva .....	10
5.4.1.Locação e acesso à obra.....	11
5.4.2.Execução das Fundações .....	11
5.4.3.Piso em Concreto.....	12
5.4.3.1. Fundação e Preparo: .....	13
5.4.3.2. Nivelamento e Adensamento:.....	14
5.4.3.3. Tratamento superficial:.....	15
5.4.3.4. Cura: .....	15
5.4.3.5. Juntas: .....	15
5.4.4.Painéis em Concreto .....	19
6.0. Vantagens .....	26
7.0. Estudo de caso .....	28
7.1. Considerações iniciais .....	28
7.2. O empreendimento .....	28
7.3. A Coteminas .....	30
7.4. A Construtora Civil .....	31
7.5. A Construtora Diase .....	31
7.6. O Processo Executivo.....	32
7.6.1.Fundações .....	32



7.6.2.Pisos industriais em concreto .....	33
7.6.3.Pilares Centrais .....	35
7.6.4.Painéis do Tilt-Up.....	37
7.6.5.Coberta .....	43
8.0. Resultados.....	45
8.1.1.Custos .....	45
8.1.2.Tempo.....	47
8.1.3.Composição dos Serviços.....	47
8.1.4.Vantagens e Desvantagens Observadas.....	48
9.0. Conclusões.....	50
10.0. Referências Bibliográficas.....	52
11.0. ANEXO I.....	56
12.0. ANEXO II .....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critério de especificação do selante por tipo de junta .....	17
Quadro 2 – Planilha Orçamentária Sintética .....	45
Quadro 3 – Composição de serviço de fabricação de painéis .....	48
Quadro 4 – Composição de serviço de levantamento e posicionamento de painéis ....	48
Quadro 5 – Planilha Orçamentária Analítica.....	58
Quadro 6 – Curva ABC de Serviços.....	60

## **LISTA DE SIGLAS**

ACI – American Concrete Institute

BDI – Bonificação e Despesas Indiretas

BDMG – Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais

BTS – Build-To-Suit

BWG - Birmingham Wire Gage

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CCANZ – Cement & Concrete Association of New Zealand

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CP – Cimento Portland

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos

ENAI – Encontro Nacional da Indústria

EUA – Estados Unidos da América

FGV – Fundação Getúlio Vargas

H.H. – Hora-Homem

INCC – Índice Nacional da Construção Civil

Ltda. – Limitada

PIB – Produto Interno Bruto

S.A. – Sociedade Anônima

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SP – São Paulo

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos

TCU – Tribunal de Contas da União

USP – Universidade de São Paulo

## **LISTA DE UNIDADES**

Cm – Centímetros

dB – Decibéis

Fck – Resistência Característica do Concreto

g - grama

Hh – Hora Homem

Hz. - Hertz

Kg – Quilograma

m – Metro

m<sup>2</sup> - Metro Quadrado

m<sup>3</sup> - Metro Cúbico

MPa – Mega Pascal

Pol. – Polegada

R\$ - Reais

Ton. – Tonelada

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Igreja Metodista erguida em 1906 pelo método de Aiken – Zion/II .....	9
Figura 2 – Nivelamento e adensamento do concreto através de régua vibratória .....	14
Figura 3 – Corte transversal de junta de corte moldada <i>in loco</i> .....	16
Figura 4 – Corte transversal de junta de corte moldada <i>in loco</i> .....	18
Figura 5 – Reforços típicos em aberturas .....	20
Figura 6 – Uso dos anéis de travamento nos superlift .....	21
Figura 7 – Distribuições dos insertos e cabeamento de içamento .....	22
Figura 8 – Momentos de Flexão durante o içamento .....	24
Figura 9 – Juntas elásticas entre painéis .....	25
Figura 10 – Localização da obra no interior da fábrica .....	29
Figura 11 – Planta Baixa da edificação .....	30
Figura 12 – Bloco de fundação .....	32
Figura 13 – Preparação da fibra de vidro a ser misturada ao concreto .....	34
Figura 14 – Superposição das camadas geralmente adotadas em pisos industriais .....	35
Figura 15 – Pilares prontos para serem concretados .....	36
Figura 16 – Aplicação de desmoldante sobre o piso para concretagem dos painéis ...	38
Figura 17 – Preparação das armaduras dos painéis .....	39
Figura 18 – Detalhe dos reforços das aberturas .....	40
Figura 19 – Levantamento do painel <i>tilt-up</i> .....	41
Figura 20 – Posicionamento dos painéis .....	42
Figura 21 – Escoramento dos tilt-ups .....	43
Figura 22 – Estrutura e fechamentos de coberta .....	44
Figura 23 – Gráfico da Curva ABC de serviços .....	46

## 1.0. INTRODUÇÃO

A abordagem do presente trabalho se dividirá em três capítulos correlacionados acerca da atual situação da construção civil, com enfoque industrial, contextualizando-a histórica e tecnicamente.

Primeiramente serão caracterizadas as edificações industriais, fazendo uso de exemplos das mais diversas unidades fabris, abrangendo desde aspectos físicos, de modo que se elenque a existência de padrões entre as mesmas, até exigências trabalhistas para se atuar em ambientes industriais, inerentes às atividades que são desempenhadas.

A partir do cenário da escassez de mão-de-obra, das demandas exigidas pelo mercado e do surgimento de diferentes equipamentos que propiciem aumento de produtividade nos serviços, será apresentado o método construtivo do *Tilt-Up* como alternativa aos atuais modelos empregados. Acredita-se que, de acordo com as características físicas das edificações e exigências do setor, o referido método se apresenta como artifício inigualável quando mensurados seus benefícios, superando as barreiras encontradas no emprego da mão-de-obra, fazendo jus ao termo “indústria da construção civil” atualmente empregado. Seu procedimento de execução será exposto conforme recomendam normas internacionais, visto que o Brasil não possui normatização específica acerca da tecnologia.

Como em toda inovação, serão identificadas ainda as barreiras que podem ser encontradas no uso do método construtivo. De modo que se possa comprovar a importância do processo, e a necessidade atual de aplicação de *conhecimento ao conhecimento* como única forma de aumento produtivo do trabalhador como preconiza Peter Drucker em seu livro, *O Homem*, (1999), será realizado o estudo de caso de expansão da Indústria Têxtil Coteminas S.A que se utiliza do método *Tilt-Up* em todas as suas unidades, gerando dados que possam ser usados como parâmetros.

Além da análise e fundamentação teórica faz-se mister para todo procedimento relacionado à construção civil a vivência dos procedimentos executivos aqui mencionados. Os quais serão expostos ainda no estudo de caso, em seguida comparados seus aspectos, físicos e financeiros, onde poderá ser verificada a viabilidade do *Tilt-Up*.

## 2.0. JUSTIFICATIVA

### 2.1. O BRASIL

Inevitavelmente, os custos da construção vêm crescendo por uma série de fatores, dentre os quais se podem citar os elementos políticos e econômicos, como o aumento das cargas tributárias, exigências da legislação trabalhista e sua fiscalização, a ampliação das exigências de segurança e saúde do trabalhador, encargos sociais, inflação, entre os demais fatores econômicos como a alta dos preços dos materiais.

Mais especificamente no Brasil, esse custo cresceu mais de 80% apenas na última década segundo o Índice Nacional de Custo da Construção da Fundação Getúlio Vargas (INCC – FGV), enquanto o preço do saco de cimento – material mais utilizado e oneroso em construções - no mesmo período sofreu alta de 25% de acordo com Sinduscons estaduais e banco de dados CBIC.

Numa análise rápida dos últimos cálculos de custos da construção civil da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) que se iniciou em 2007, tomando como base os Custos Unitários Básicos (CUB's) estaduais divulgados pelos Sinduscons de acordo com a NBR 12.721:2006, vemos que os valores dos materiais da construção civil têm crescido cerca de 4% ao ano, contra aproximadamente 10% de crescimento da mão-de-obra no mesmo período.

O país apresenta ainda encargos sociais, que apesar de controversos quanto a sua conceituação. A vertente de grande aceitação entre empresários e importantes círculos acadêmicos segue a linha de pensamento do sociólogo e professor da Universidade de São Paulo (USP), José Pastore que, já em 1994, levantou os perigos da elevada incidência dos encargos sociais sobre a folha de pagamento.

Discorre Pastore:

*“Os encargos sociais decorrentes da Constituição e CLT, no Brasil, somam a 102% do salário enquanto que nos países mais avançados isso fica em torno de 35-40%. Encargos altos e rígidos dificultam o emprego formal e*

*induzem as empresas a buscar automação ou trabalho informal”. Em Aberto, Brasília, ano 15, n.65, jan. /mar. (1995) (p. 33)*

O estudo de José Pastore é citado ainda pelo Confederação Nacional da Indústria (CNI) (1998) que conclui que os encargos trabalhistas no Brasil, correspondem a 102,6% da folha de pagamentos das empresas, contra 60% na Alemanha, 58,8% na Inglaterra, 51% na Holanda e 9% nos Estados Unidos, embora o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE) discorde do método de cálculo empregado por Pastore. “A segunda vertente, da qual compartilhamos, contesta a anterior, questionando o próprio conceito de salário e de encargo social por ela adotado, concluindo que o peso dos encargos situa-se na casa dos 20 a 30% sobre os salários”. (DIEESE, 2006)

Hoje esse valor, dependendo do Estado e das taxas complementares, chega em alguns casos a 200%, o que em poucas palavras, significa que para cada 1.000,00 reais que o trabalhador da construção recebe ao final do mês, o mesmo representa a quantia de 3.000,00 reais à empresa contratante.

Por fim deve-se levar em conta as Despesas Indiretas incluídas na composição do BDI (Bonificação e Despesas Indiretas), que incluem Administração Central, Custo Financeiro, Margem de Incerteza e Tributos sobre a Nota Fiscal (Municipais, Estaduais e Federais), tributos estes considerados uns dos mais altos quando comparados internacionalmente. Desta forma, o entende-se que quanto menor a produtividade dos serviços, maior a necessidade de mão de obra, e por conseguinte, onerando a administração, encargos e incerteza da obra.

Os dados apresentados levam a crer que o aumento do gasto das construções reside majoritariamente nos itens que se referem à mão de obra. Logo, a quantidade de operários e o tempo de duração das atividades, fazendo-se mister emprego de procedimentos que acelerem e promovam o aumento de produtividade por hora-homem (H.H.)

## **2.2.A INDÚSTRIA**

É sabido que a indústria representa parte representativa na composição do Produto Interno Bruto (PIB) de cada estado, bem como na geração de empregos formais. Para citar alguns exemplos, a CNI (2014) nos fornece os dados a seguir, o Pará, o Amazonas e Espírito Santo têm 38,9%, 34,8% e 31,1% respectivamente de toda a riqueza gerada no estado, oriundos



de empresas industriais. Mais de 90% das exportações de Alagoas, Sergipe, do Amazonas e de Pernambuco são de industrializados.

Em São Paulo, maior parque fabril do país, estes produtos respondem por 85,8% das exportações. No Rio de Janeiro, corresponde a 39,9% e em Minas Gerais, por 35,1%.

Em estudo inédito da CNI (2014) divulgado no dia 06 de novembro durante o Encontro Nacional da Indústria (ENAI), em Brasília mostra que a indústria brasileira vem se redistribuindo, aumentando sua participação nas regiões Centro-Oeste, Norte e principalmente no Nordeste que, apesar das carências de infraestrutura e mão de obra especializada, tem se mostrado promissor, dada sua proximidade geográfica com parceiros comerciais como a Europa e Estados Unidos. Menor custo da mão de obra, bem como menor custo de implantação, a começar pelos preços de áreas próximas aos grandes centros, além da possibilidade de atuar em mercados internos pouco ou nunca antes explorados.

As mesmas porém enfrentam dificuldades de encontrar prestadores de serviços nessas regiões que atendam a suas demandas.

A implantação ou expansão das indústrias, além de enfrentar as barreiras impostas por outras corporações, são realizadas geralmente não de forma pontual, mas em etapas, como a implantação de novas linhas de produção que chegam a custar vinte vezes mais que a edificação que irá recebê-la, onde um atraso em seu funcionamento representa prejuízo de milhões e abertura para concorrência. Entretanto a possibilidade de antecipar seu funcionamento em apenas um mês pode representar não apenas a subsistência da mesma, mas a diferenciação frente ao mercado.

Dessa forma, as técnicas atualmente praticadas pela construção civil com falta de projetos detalhados, planejamento e métodos construtivos arcaicos com longos prazos de entrega, alta quantidade de retrabalhos e falta de procedimentos gerados por uma mão de obra de conhecimento empírico não cabem no mercado de prestação de serviços de engenharia para atender o setor industrial.

É preciso fomentar processos que se adequem, às exigências industriais, mais que isso, métodos que contribuam ao sucesso das mesmas.

### **3.0.OBJETIVOS**

#### **3.1.OBJETIVO GERAL**

Apresentar o método construtivo “Tilt-Up” com enfoque em edificações industriais.

#### **3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar revisão bibliográfica acerca do *Tilt-Up*.
- Desenvolver estudo de caso de aplicação do método construtivo *Tilt-up* na prática
- Identificar benefícios e desvantagens, que podem ser encontrados com o emprego método;
- Identificar dificuldades e apresentar medidas que podem ser tomadas para que se possa evitar o aparecimento de patologias na construção.
- Apropriação de custos e serviços

### **4.0. METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento do presente trabalho, inicialmente foi promovida uma revisão bibliográfica a partir de livros, apostilas, manuais, normas técnicas e teses de domínio público, nacionais e internacionais, de modo a demonstrar satisfatoriamente assuntos relevantes ao tema proposto.

A partir dos conhecimentos teóricos pretende-se revelar como são executados os procedimentos executivos em um empreendimento específico, no que se refere às precauções e cuidados necessários inerentes tanto ao método construtivo, quanto as exigências fabris.

Tais processos serão detalhados ao longo do estudo de caso, com as principais etapas ilustradas de modo que se atinja um entendimento maior a respeito da vivência de cada uma delas, unindo os conhecimentos técnicos à pesquisa realizada em campo.

Será apresentado ainda o levantamento de quantitativos de materiais e mão-de-obra e fazendo uso de pesquisas próprias de preços e serviços praticados no mercado paraibano, gerar planilha de custos totais da obra de modo que se identifique os itens de maior impacto financeiro

sobre a empreitada. Mediante análise baseada no princípio de Pareto, comumente conhecida como Curva de Experiência ABC ou Regra 80/20, além da apropriação do serviço e a proposição de uma composição de custo unitário aproximada, gerar dados que possam ajudar na compreensão do planejamento, gestão física e financeira de uma obra que se utilize do sistema em questão, de modo que possa servir de parâmetro para empreendimentos semelhantes, comparado com métodos construtivos alternativos.

De posse dos dados e índices de produtividade atingidos em campo, comparar o método com sistema de construção em alvenaria estrutural.

A seguir encontra-se o cronograma das atividades que serão desenvolvidas

## **5.0.SISTEMA CONSTRUTIVO TILT-UP**

### **5.1. DEFINIÇÃO**

A construção *Tilt-Up*, segundo 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”. (ACI, 2003)

“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).

“Construções em *Tilt-Up* se provaram como significativamente vantajoso em comparação com os pesados sistemas alternativos como construções com blocos de concreto, tijolos cerâmicos ou painéis pré-fabricados fora da construção em diversas construções de baixa altura”. (CCANZ, 2004)

O grupo Walter Torre Jr (1998), uma das construtoras pioneiras no sistema no Brasil, define o sistema *Tilt-Up* como “uma das mais avançadas técnicas para construção de galpões e plantas industriais, aliando economia, velocidade de construção e possibilidade das mais diversas opções arquitetônicas para acabamento externo. Consiste basicamente na execução de paredes em placas pré-moldadas em concreto, moldadas sobre o piso industrial, nas quais são fundidos insertos metálicos especiais para içamento e solidarização com a estrutura metálica de coberta”.

Utilizado nos Estados Unidos desde o começo de 1900 e espalhou-se para outros países ao redor do mundo, como Canadá e Austrália principalmente.

### **5.2. HISTÓRICO**

Robert Hunter Aiken em Camp Logan, Illinois, EUA, no começo de 1900, descreveu um método inovador de moldagem de painéis em mesas de inclinação para que fossem levantadas para sua posição final com uso de macacos mecânicos especialmente projetados.

“A Construção de painéis *Tilt-up* elimina a custosa e difícil prática de construir dois painéis de madeira para gerar uma parede de concreto” Thomas Edison (1903)

Aiken é reconhecido como o pai do que hoje é conhecido como Construção Tilt-Up. “Em um artigo publicado em 1910, Aiken declarou que apenas dois homens foram capazes de levantar uma parede, em uma hora, com dimensões de 23,15 x 8,20 m pesando 76 toneladas. O artigo citava ainda que Aiken já havia usado seu método de mesas de inclinação para construção para levantar quinze estruturas em cinco estados diferentes. Seu método construtivo ficou conhecido como o ‘Aiken method of house building’” (DAYTON, 2014).

Em Los Angeles Thomas Fellows desenvolveu uma variação do sistema de Aiken também em 1910, na demonstração de uma construção de casas de baixo custo. Fellows se utilizou de paredes moduladas horizontalmente, em seguida levantando e posicionando-as na posição final fazendo uso de uma grua mecânica.

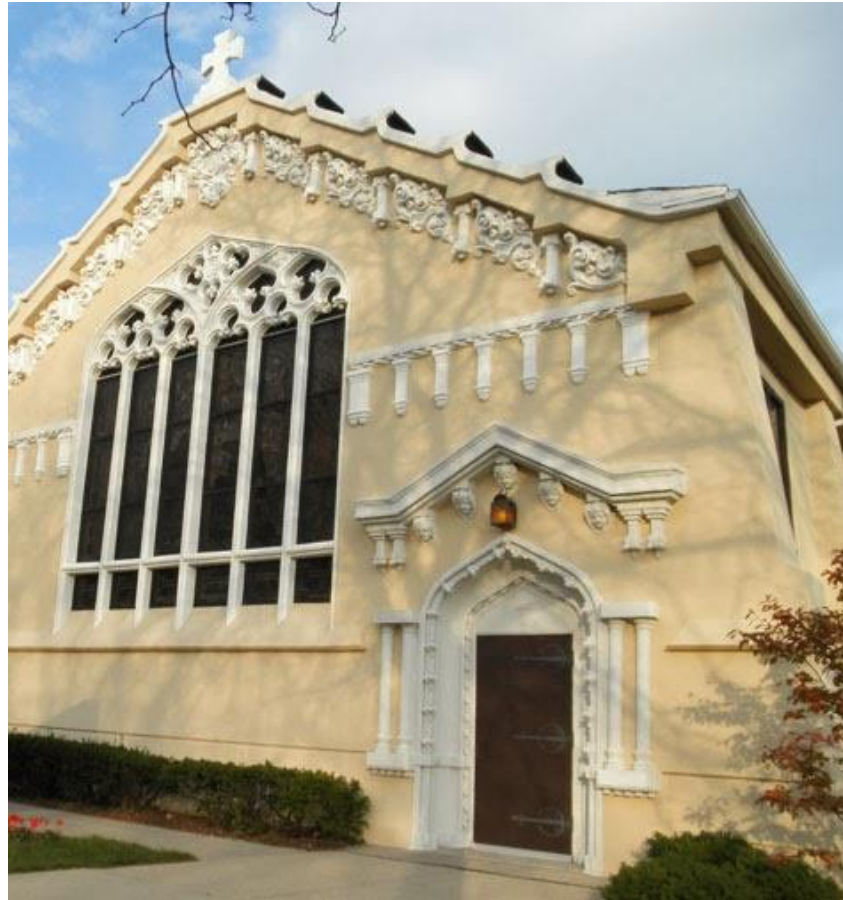
Em 1912, o arquiteto Irving Gill fez uso do método de Aiken em construções importantes também em Los Angeles e comprou os direitos da patente da empresa de Aiken, porém o método se mostrou pouco útil nas construções em concreto.

Apesar disso, Aiken, Fellows e Gill se mostraram pioneiros na construção em Tilt-Up, que se popularizou e viabilizou o método a partir de dois desenvolvimentos da Segunda Guerra Mundial, a introdução das concreteiras e das gruas móveis.

No Brasil foi trazido pela Sociedade Torre de Vigia em 1989 para construção de seu parque gráfico com 200.000 m<sup>2</sup> e 1.000 apartamentos uma obra em Cesário Lange – SP, a tecnologia começou a ser difundida pela construtora Walter Torre Jr. (hoje WTorre Engenharia) em 1993 que com a implantação do método ganhou espaço e visibilidade no mercado pela rapidez e pioneirismo de suas técnicas.

“O sistema *Tilt-up* é um sucesso absoluto nos Estados Unidos a mais de 30 anos, tanto em construção de armazéns e indústrias como em edifícios comerciais e shopping centers, valendo a pena ressaltar que o maior número de construções neste sistema encontra-se na Califórnia e Flórida, por serem altamente resistentes à ação de fenômenos da natureza como terremotos e furacões que assolam estas regiões. (Walter Torre Jr., 1998)

Na figura 1 pode-se conferir a durabilidade de edificação construída através do método no início do século passado, ainda em perfeitas condições estruturais.



**Figura 1 – Igreja Metodista erguida em 1906 pelo método de Aiken – Zion/II**  
Fonte: Site <http://www.lakecountyhistory.blogspot.com.br/>

### **5.3.PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO**

A natureza das edificações executadas fazendo uso do *Tilt-Up* requerem um planejamento prévio o que introduz a necessidade de um modelo organizacional na construção civil. “A minimização dos custos da construção e levantamento dos painéis de *Tilt-up* baseia-se em um bom planejamento” (CCANZ, 2004). Dessa forma, devem ter suas etapas cuidadosamente planejadas de modo que se estabeleça uma sequência produtiva eficiente, garantindo a economia esperada. Para tal, faz-se mister que sejam tomadas uma série de precauções ao longo das etapas que serão descritas a seguir.

“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 arrumo, em muitas vezes todas estas funções, simultaneamente” (IGLESIA, 2006, p.27)

#### 5.4. SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA

A ACI em seu manual de estruturas em concreto 551, bem como manuais de procedimentos de diversos fornecedores de materiais e equipamentos, como a Dayton Superior, nos dá a sequência construtiva usualmente adotada dos principais projetos *Tilt-Up*:

1. Preparação da Área;
2. Instalação das redes elétricas e hidráulicas sob o piso;
3. Execução das Fundações (Geralmente uma estaca no encontro de cada 2 painéis);
4. Concretagem e Cura do Piso;
5. Posicionamento das fôrmas sobre o piso, Concretagem e Cura dos Painéis;
6. Fôrma, Concretagem e Cura das fundações de suporte às escoras (caso externas);
7. Içamento e escoramento dos painéis;
8. Montagem ou construção da cobertura ou laje superior;
9. Grauteamento da faixa de união entre os painéis e a laje de piso;
10. Remoção das escoras e tirantes;
11. Acabamentos finais como pintura, posicionamento de esquadrias, limpeza e botafora de resíduos em local adequado

\*As etapas 1 e 2, 3 e 4 geralmente são executadas concomitantemente

\*\*Atenção ao tempo de cura adequada das fundações e dos painéis se faz necessária, este tempo pode ser reduzido em casos especiais fazendo-se uso de cimento de alta resistência inicial como o Cimento Portland V-ARI, porém ciente que o mesmo possui valor expressivamente superior ao CP-II comumente utilizado.

Cada uma das etapas referentes ao que tange o sistema *Tilt-Up* será detalhada de forma que se apresente o correto procedimento executivo, precauções a serem tomadas e possíveis patologias que podem surgir em cada uma delas.

#### **5.4.1. LOCAÇÃO E ACESSO À OBRA**

“A locação da edificação deverá ser tal que permita o acesso de equipamentos pesados necessários à escavação das fundações, caminhões para concretagem, guindastes de içamento dos painéis, bem como montagem da estrutura de cobertura”. (ACI, 2003)

Ruas com presença de grande tráfego que circundem o local de construção e canteiro de obras podem precisar de licenças e permissões junto às entidades públicas, que devem ter requerimento prévio de modo a evitar multas, punições e impedimentos ao andamento da obra.

O terreno de acesso aos painéis deverá estar nivelado e livre de obstruções que possam impedir ou mesmo atrasar a grua no levantamento dos mesmos.

#### **5.4.2. EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES**

Para tal, se faz mister a execução de furos de sondagens, tantos quantos forem necessários segundo a ABNT NBR 8036 (1983) “O número de sondagens deve ser suficiente para fornecer um quadro, o melhor possível, da provável variação das camadas do subsolo do local em estudo”

Em especial no perímetro de apoio dos painéis e demais elementos que se façam necessárias fundações específicas, como pilares, bases de equipamentos, pisos, dentre outros, de modo que sejam dimensionadas em função da capacidade de suporte do solo e o tipo de carga a qual serão submetidas.



### 5.4.3. PISO EM CONCRETO

Ao contrário do formato de construção atual, onde a estrutura da edificação é uma das primeiras etapas (vigas e pilares), o sistema Tilt-Up começa pelo piso. Esse tipo de construção é especialmente adequado para edificações industriais dadas as cargas (estáticas e dinâmicas) a que são solicitadas, assim, a qualidade do piso é fundamental, visto que os painéis refletirão toda e qualquer imperfeições da área de piso em que são moldados.

*“Pisos são estruturas geralmente planas que têm a função de resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo carregamento; proporcionar a movimentação de cargas móveis com segurança e conforto (com textura adequada a sua utilização; e resistir aos esforços mecânicos a que foi projetado (flexão, compressão, impactos e abrasão) além de facilitar o escoamento de líquidos”.* (CHODOUNSKY & VIECILI, 2007) Apud. (ABREU, Bruno, 2014)

O grupo Walter Torre Jr (1998) ainda discorre:

*“Um elemento importante para o sucesso deste sistema de construção é a qualidade do piso de concreto, o qual é executado com equipamentos de última geração, dotados de sistema de nivelamento automático a laser, com absoluta garantia de elevadas resistências à flexão, compressão e abrasão, bem como planicidade e acabamento final liso polido com textura e aspecto ‘vítreo’, pois sobre ele serão moldados os painéis Tilt-up”.*

Os pisos que servirão de apoio e fôrmas para os painéis posteriormente deverão ser executados em concreto armado e/ou reforçado com fibras que suportem as cargas provisórias dos painéis, bem como as cargas permanentes, acidentais e dinâmicas comuns à indústria em questão, que incluem não apenas a disposição de equipamentos, produtos e tráfego de veículos e empilhadeiras, como deverão ser levadas em conta em seu dimensionamento a fadiga dos materiais causada por vibrações dos equipamentos e maquinário produtivo.

Todas as medidas a seguir podem ser expandidas para a concretagem dos painéis, dada a similaridade entre o formato executivo dos pisos e painéis concretados sobre estes.

#### 5.4.3.1.FUNDAÇÃO E PREPARO:

“A execução da fundação compreende no preparo das primeiras camadas para receber a placa de concreto. Considera-se como execução da fundação, os serviços executivos das camadas de subleito, a sub-base e a barreira de vapor” (CRISTELLI, 2010)

Deverão ser retirados quaisquer tipos de matéria orgânica da camada de sub-base antes da concretagem.

Sobre as barreiras de vapor, Cristelli (2010) ainda recomenda que “após a preparação da sub-base deve-se proceder a cobertura da área com filme de polietileno em toda extensão da placa a ser concretada. A largura a ser instalada é determinada em função das faixas de concretagem e as espessuras mais especificadas para pavimentos industriais variam entre 2mm e 3mm”. Tal barreira ainda contribui para que o piso trabalhe variações de temperatura de modo que se reduza a tração trativa no terço inferior do mesmo, diminuindo os esforços diferenciais, economizando-se ferragens e fibras e prevenindo possíveis patologias decorrentes destes esforços como o aparecimento de fissuras e trincas nas placas.

*“O sistema de fôrmas para pavimentos industriais geralmente é constituído por peças metálicas (perfis metálicos dobrados) ou vigas de madeira. Segundo Rodrigues et al. (2006), estas devem apresentar características de variação máxima de linearidade de 3mm a cada 5 metros e rigidez suficiente para suportar as pressões laterais produzidas pelo processo de concretagem e pelos equipamentos utilizados na fase de adensamento” (CRISTELLI, 2010).*

Os panos de concretagem e posicionamento das juntas serradas deverão ser bem definidos, de modo que barras de transferência entre as placas sejam posicionadas transversalmente ao sentido das juntas, evitando assim recalques diferenciais e o excesso de cargas localizadas que podem levar a ruptura.

As fôrmas laterais dos pisos deverão ser nivelados preferencialmente com nível a laser de modo que se garanta a sua planicidade. “Após instalação é necessário conferir o alinhamento e o nivelamento, geralmente executados com equipamento de aferições a laser, bem como a

resistência da fixação para contenção do concreto” (SENEFONTE 2007) apud. (CRISTELLI, 2010)

Sobre os reforços estruturais, Cristelli (2010) define:

*A última etapa antes da concretagem é a disposição de elementos estruturais ao longo do pavimento. Trata-se da instalação das armaduras (ativas e passivas), telas, barras de transferência, barras de ligação, distanciadores, caranguejos, cordoalhas e acessórios de protensão, espaçadores e demais reforços estruturais. No caso da utilização de concreto reforçado com fibras, esta etapa é suprimida do processo de execução*

Os reforços com fibras podem ser utilizados ainda concomitantemente aos reforços com aço, principalmente no combate às retrações durante o processo de cura.

#### **5.4.3.2. NIVELAMENTO E ADENSAMENTO:**

Durante a etapa de concretagem o concreto deverá ser nivelado e vibrado através de vibradores de imersão e/ou régua vibratória de modo que se garanta a planicidade das placas e bom desempenho do concreto conforme mostrado na figura a seguir.



**Figura 2 – Nivelamento e adensamento do concreto através de régua vibratória**

Fonte: Site [www.construtoracivil.com.br](http://www.construtoracivil.com.br)

#### **5.4.3.3. TRATAMENTO SUPERFICIAL:**

No processo de pega do concreto deverá ser usado o *float* (prancha de madeira) com o objetivo de criar porosidades na superfície de modo que se permita a lenta exsudação da água em excesso contida no concreto, evitando assim enfraquecimento da camada superficial durante o acabamento, informalmente conhecido como borrachudo ou *crusting*.

Durante a fase de pega do concreto será dado o acabamento superficial desejado. Geralmente para áreas internas e aquelas que serão utilizadas para confecção dos painéis é dado um acabamento alisado através de desempenadeiras auto propelidas.

Enquanto para áreas externas é comumente adotado o acabamento “vassourado” onde são realizadas micro ranhuras através das cerdas de vassourões apropriados.

#### **5.4.3.4. CURA:**

É sabido que para que o concreto atinja a performance a qual foi dimensionada, deve passar por período de cura de modo que o aglomerante, no caso o cimento, receba a hidratação necessária. “A cura do concreto é conhecida como o conjunto de medidas que tem por finalidade evitar a evaporação prematura da água necessária para a hidratação do cimento, que é responsável pela pega e endurecimento do concreto. O objetivo da cura é manter o concreto saturado, ou o mais próximo possível dessa condição, até que os espaços inicialmente ocupados pela água sejam ocupados pelos produtos da hidratação do aglomerante” (VALIN JR & LIMA, 2008).

#### **5.4.3.5. JUNTAS:**

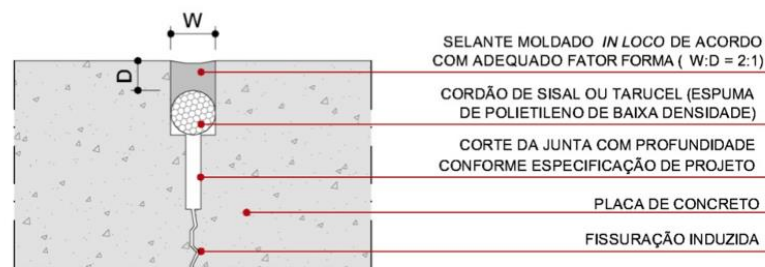
“Juntas são mecanismos de descontinuidade estrutural que apresentam a função básica de permitir a movimentação de segmentos estruturais de forma independente” (CRISTELLI, 2010)

Sejam elas, juntas construtivas, serradas ou de encontro (geralmente em pilares) deverão receber tratamento adequado.

Rafael Cristelli (2010) ainda pondera acerca:

*“O tratamento de juntas é de fundamental importância para conferir durabilidade ao piso. Quando não tratadas adequadamente, as juntas tornam-se frágeis, sendo grandes causadoras de patologias no sistema de pavimentação e acelerando o processo de deterioração do pavimento”.* (p. 100)

Juntas serradas deverão ser preenchidas por materiais ou produtos de grande elasticidade que resistam às variações de temperatura e impeçam a penetração de impurezas e pedriscos que possam interferir no bom desempenho das mesmas, porém que não resolidarizem as placas, conforme indica a figura abaixo.



**Figura 3 – Corte transversal de junta de corte moldada in loco**

Fonte: (CRISTELLI, 2010)

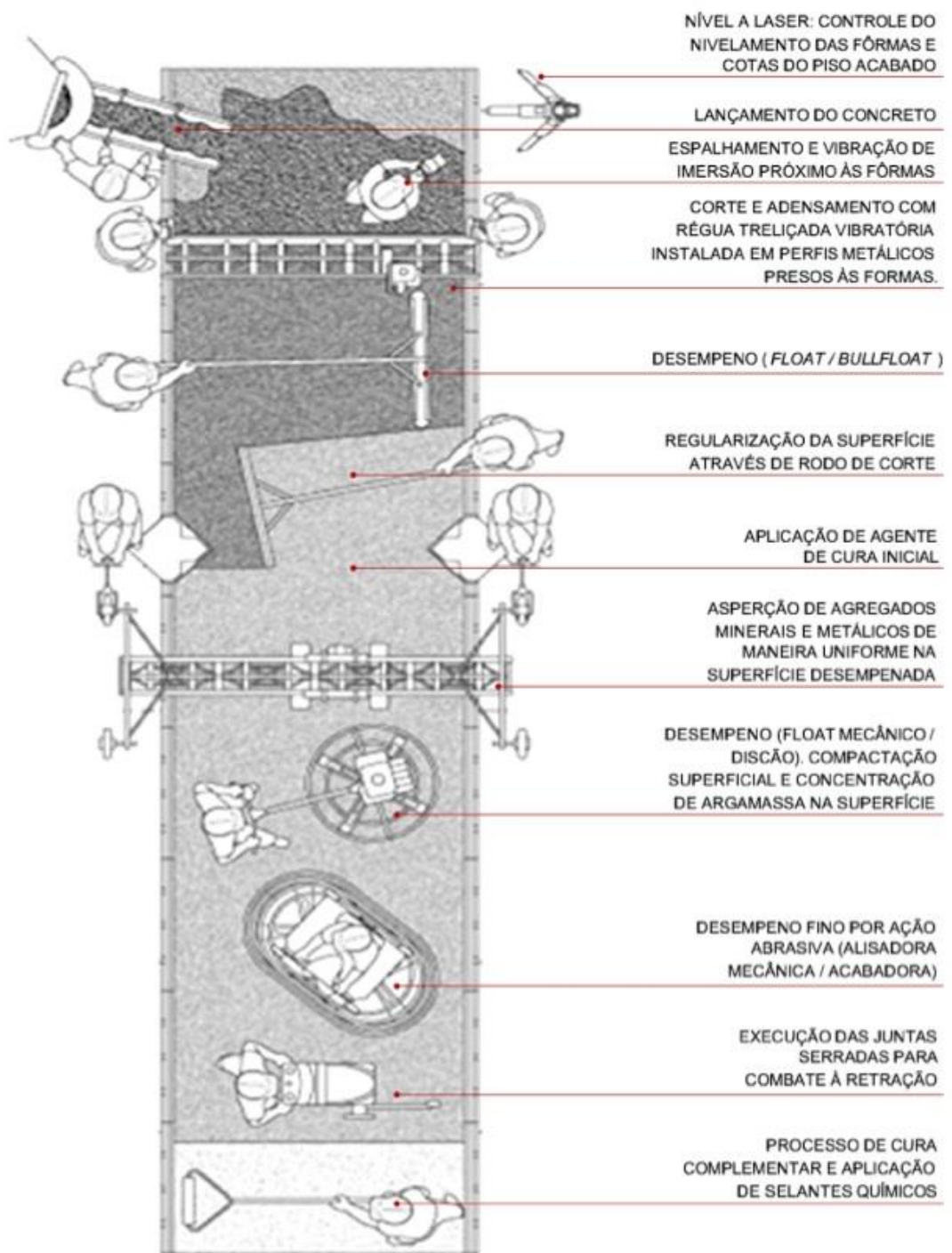
Usualmente os materiais utilizados para preenchimento dos cortes são o tarucel de espuma de polietileno preenchidos com selante mastique monocomponente a base de poliuretano, mas outros materiais poderão ser utilizados conforme o tipo de junta como apresentado no quadro 1

<b>Tipos</b>	<b>Características</b>	<b>Especificação do selante</b>	<b>Materiais mais recomendados</b>
Longitudinal e de controle	Movimentação menor e abertura relativamente pequena	Pode ser menos flexível, com dureza ShoreA entre 50 e 80, dependendo do tipo de piso e das condições de uso	Poliuretano, epóxi modificado com uretano, acrílico
Movimentação	Movimentação cerca de 25% maior que a longitudinal	Mais flexível com dureza ShoreA maior ou igual a 50. Para aumentar a vida útil é recomendada a aplicação de reforço nas bordas com argamassa epoxídea	Poliuretano, polissulfeto e silicone
Periféricas	Semelhantes à de movimentação	Flexíveis, com dureza ShoreA entre 25 e 40. No caso de portas ou acessos com tráfego, a especificação é igual à das juntas de movimentação	Poliuretano, polissulfeto e silicone

**Quadro 1 – Critério de especificação do selante por tipo de junta**

Fonte: (Denverglobal, 2003)

Em resumo, a imagem a seguir representa cada uma das etapas executivas de pisos industriais em concreto simples, na sequência que devem ser realizadas.



**Figura 4 – Corte transversal de junta de corte moldada *in loco***

Fonte: (CRISTELLI, 2010)

## 5.4.4. PAINÉIS EM CONCRETO

### 5.4.4.1. Fabricação das Placas:

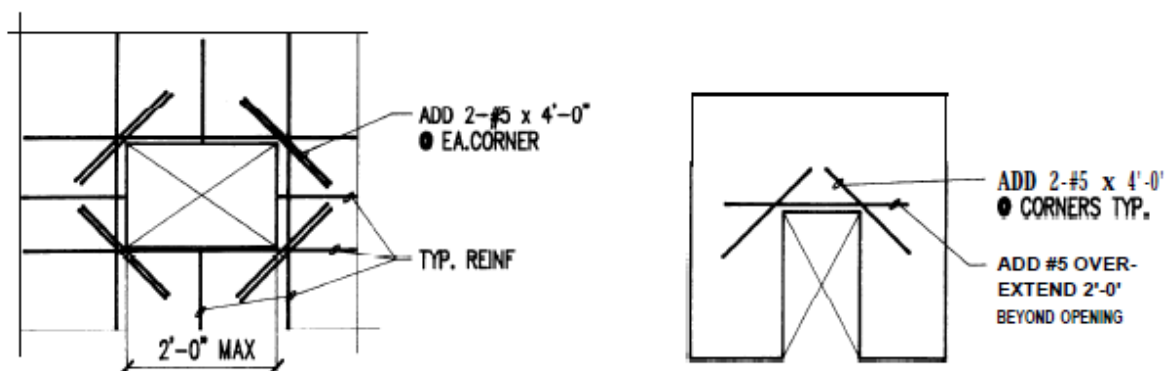
Os painéis podem ser moldados sobre lajes, pisos e até sobre outros painéis, tantos quantos forem necessários, e não necessariamente, mas preferivelmente no mesmo local em que serão fixados.

Primeiramente são posicionadas as fôrmas de bordo e das aberturas, caso existam (portas e janelas), que serão posicionadas na posição vertical sobre o piso em concreto, ou superfície adotada, locadas de modo que os painéis possam ser concretados e erguidos de forma eficiente. As fôrmas podem ser coladas ao piso com mastique a base de poliuretano, estruturadas de modo a resistir aos esforços de concretagem a qual serão submetidas. Detalhes arquitetônicos de relevo ou textura ainda poderão ser adicionados a superfície através do posicionamento de elementos que virão a servir de molde.

Insertos de içamento dos painéis, apoio da estrutura de cobertura e escoramento deverão ser levados em conta de modo que se obtenha um sistema produtivo planejado previamente, evitando a necessidade de rasgos ou furos nos painéis.

“Já que os painéis *Tilt-up* são capazes de uma boa redistribuição de cargas, aberturas simples com dimensões máximas de 70 cm geralmente são ignoradas analiticamente, a não ser que estejam localizadas em áreas de grande solicitação do painel”. (ACI, 2003). Para os demais casos e aberturas posicionadas em áreas de grandes esforços, faz-se necessária a utilização de armaduras de reforços, de modo que se evite trincas e demais patologias, que geralmente são posicionados conforme mostra a figura 05.





**Figura 5 – Reforços típicos em aberturas**

Fonte: (ACI, 2003)

Antes de serem concretados, deverá ser aplicado desmoldante de boa qualidade para concreto sobre toda a área da superfície sob a qual serão moldados os painéis, garantindo a correta desunião entre os elementos. No caso de uso de produtos que auxiliem a cura da laje sob o qual o painel será fabricado, a ACI (2003) recomenda que o mesmo material seja utilizado como desmoldante, evitando utilizar diferentes marcas de produtos, a compatibilidade entre os dois é de suma importância.

As superfícies das placas por serem concretadas horizontalmente podem receber o mesmo tratamento alisado ou mesmo polido que são aplicados em pisos de concreto eliminando a necessidade de trabalhos em altura em fechamentos como emassamento e pintura.

Além da produção de painéis, o mesmo procedimento pode, e é aplicado à produção de pilares quando se deseja vencer vãos maiores. Sendo moldados na horizontal.

Como os demais elementos de concreto, os painéis *Tilt up* deverão passar por processo de cura.

#### **5.4.4.2. Levantamento das Placas:**

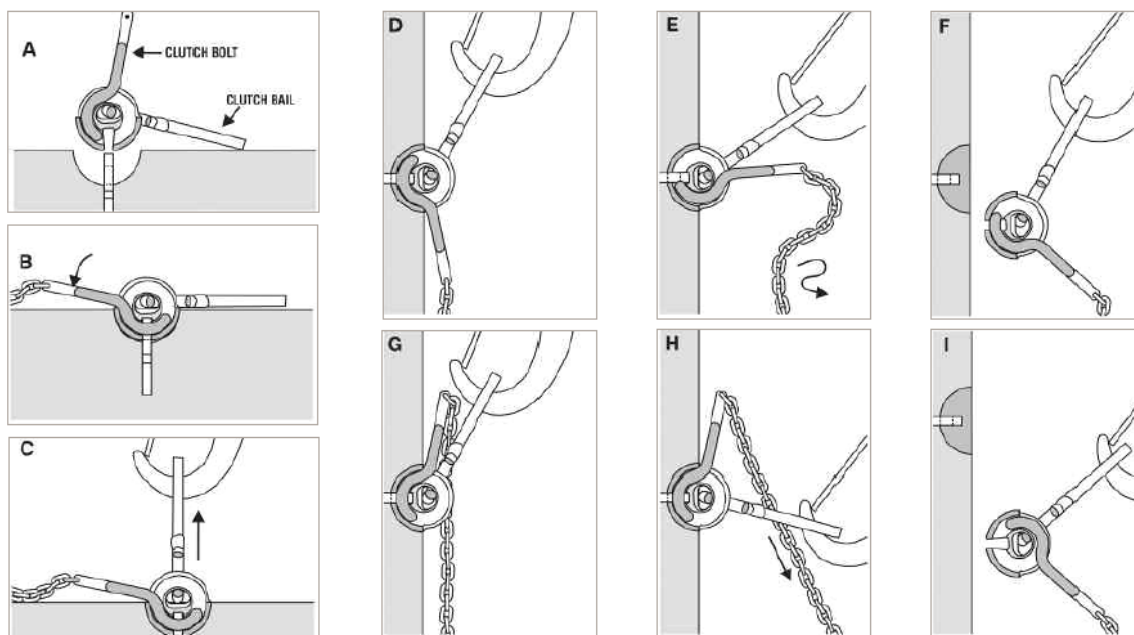
De acordo com a ACI (2003), a fase mais importante durante a construção de uma edificação em *Tilt-up* é o levantamento dos painéis.

“Muitos dos custos são fixos, porém os custos de içamento em particular ‘estourarão’ caso a eficiência do canteiro de obras seja lesada” (CCANZ, 2004), assim, a elevação dos

painéis e pilares no *Tilt-Up* é uma das, se não a mais importante etapa da construção, visto que o custo diário de guindastes da capacidade requerida podem chegar até dez mil reais, dependendo da localização da obra.

A área de manobra do guindaste deverá estar livre, bem como a superfície dos painéis descoberta e desimpedida. É importante ainda remover, caso existam, poças d'água no interior das aberturas e ao redor dos painéis. “Água parada impede a entrada de ar sob os painéis e cria esforço extra necessário à separação das placas” (ACI, 2003).

O gancho de içamento da lança da grua é preso o adaptador que dispõe de dispositivos ou anéis de travamento que permitam sua inserção nos insertos de levantamento ou *super-lifts*. Como forma de ganhar tempo no levantamento das placas, muitos desses dispositivos possuem travas que podem ser abertas através do movimento de suas alavancas na direção oposta, após o escoramento da parede. “O anel de travamento não irá soltar-se do inserto uma vez que estejam submetidos a um mínimo de 400 libras (181 kg) ” (Meadow Burke, 2014). O travamento desses anéis é mostrado na imagem a seguir.



**Figura 6 – Uso dos anéis de travamento nos superlift**

Fonte: (Meadow Burke, 2014)

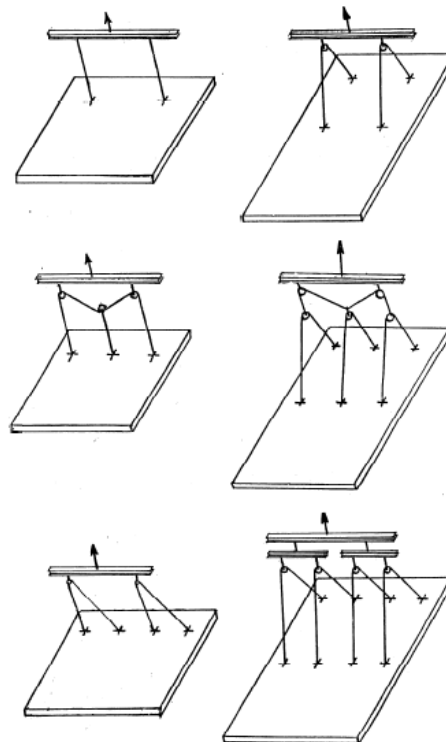
Deve ser elaborado plano de içamento, também conhecido como um Plano *Rigging* para o levantamento dos painéis, que conforme a revista *TECHNE* (2013) é definido como:

*“O projeto técnico das operações necessárias durante a movimentação de cargas com equipamentos de transporte verticais móveis, como guias e guindastes. É o planejamento amplo da operação de içamento que aumentará a segurança, reduzirá imprevistos, preservará vidas, o equipamento e a carga, além de otimizar o uso dos acessórios”*

A respeito dos insertos, discorre a ACI (2003):

*“Para estabelecer o número de insertos necessários, o peso de cada um dos painéis e sua configuração deve ser determinada. O padrão de içamento preferido ou necessário é cuidadosamente selecionado levando em consideração a quantidade de insertos, as dimensões do painel e seu centro de gravidade”*.

Alguns dos posicionamentos típicos e formato de içamento podem ser vistos na figura 7 a seguir.



**Figura 7 – Distribuições dos insertos e cabeamento de içamento**

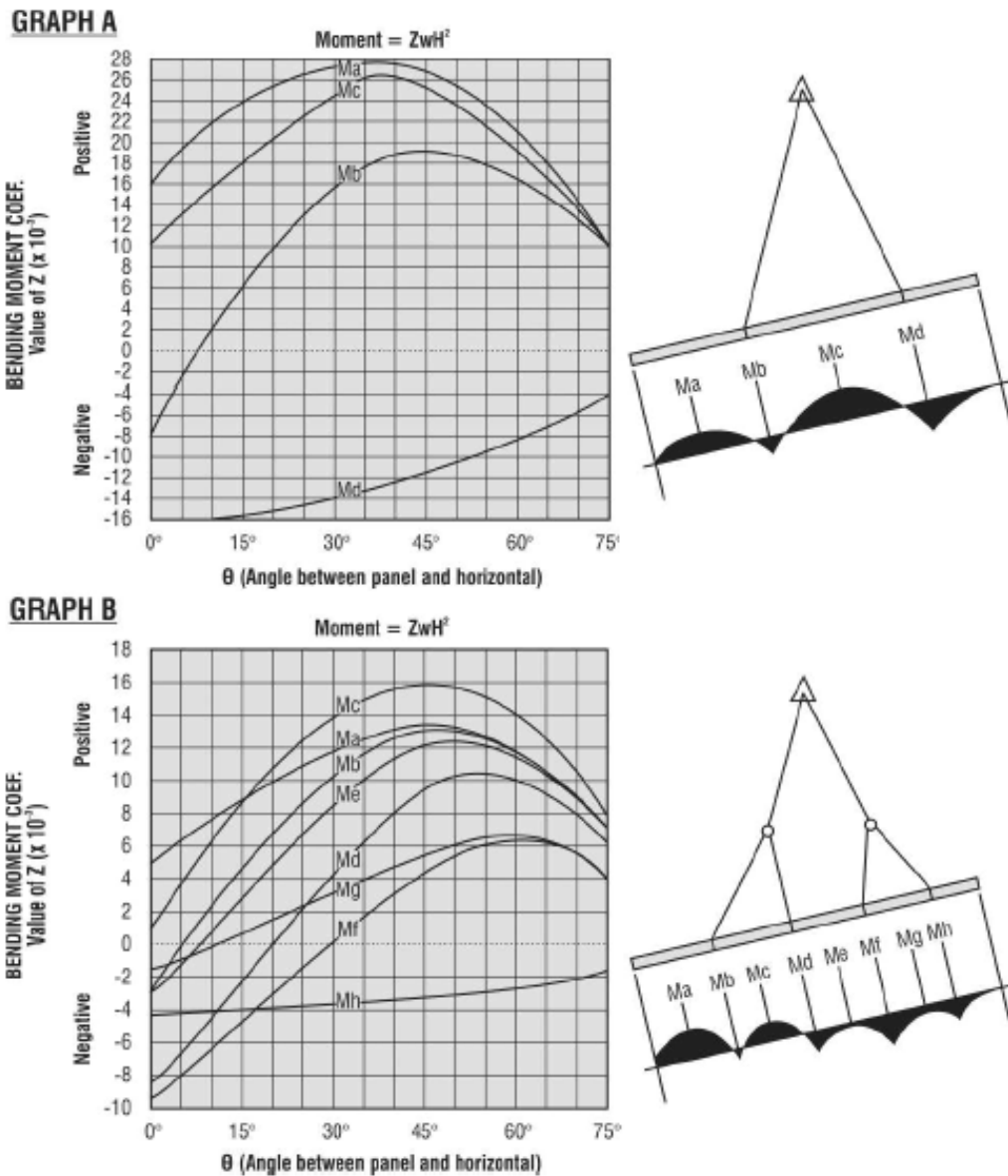
Fonte: (ACI, 2003)

É importante que os insertos apresentem simetria para que o painel levante da mesma forma em ambos os lados. “Para facilitar a rotação do mesmo, a localização final dos insertos deve posicionar o centro de içamento longe do centro de gravidade do painel, aproximando-se do topo do mesmo” (ACI, 2003)

Os levantamentos dos painéis geram tensões e momentos que devem ser suportados estruturalmente até que atinjam sua posição final. “O momento máximo de flexão irá ocorrer aproximadamente na meia altura das paredes de painéis bem distribuídos verticalmente. Para painéis com grandes cargas verticais ou grandes excentricidades o momento de flexão máximo poderá ocorrer em um lugar diferente da meia altura” (ACI, 2003)

Esses momentos e tensões variam de acordo com a quantidade de insertos que devem ser previstos para o formato mais adequado como se pode observar na figura 8. O manual da Meadow Burke (2014) comenta a respeito:

*“Observa-se que os ângulos de máxima solicitação variam entre as duas configurações de içamento. Para o ‘içamento de duas alturas’, o ponto de solicitação máxima ocorre a aproximadamente 40°. Para o ‘içamento de quatro alturas’ os picos de solicitações ocorrem entre 45° e 60°. Trincas e falhas são mais propensas a ocorrerem nessa angulação. Geralmente, as cargas de tensões irão diminuir na medida que as tensões de cisalhamento aumentam, até o painel encontrar-se na vertical”. (p. 19)*



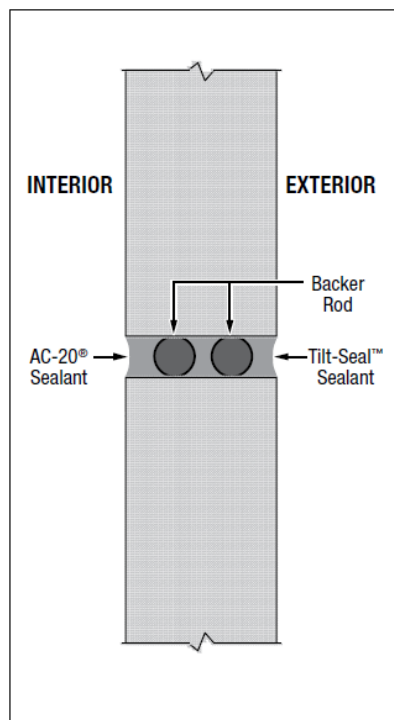
**Figura 8 – Momentos de Flexão durante o içamento**

Fonte: (Meadow Burke, 2014)

Os painéis deverão ser assentados sobre fundações com canaletas específicas para seu posicionamento. Estas devem estar niveladas para que os painéis tenham o mesmo alinhamento superior, e prumo. Após o posicionamento correto dos painéis, travamento da estrutura de cobertura e retirada das escoras, o espaço entre os mesmos e o piso poderão ser grauteados solidarizando a estrutura.

### 5.4.4.3.Juntas:

Os painéis devem ter pequenos espaços entre eles de modo que seja suficiente para o alinhamento dos mesmos e que se evite contato durante seu levantamento, assim, tais espaços ou juntas, conforme a Worksafe Victoria (2000), não deverão ser menores que 15mm. Deve-se levar em consideração na escolha do material de preenchimento a dilatação térmica e retração dos elementos, nível de resistência térmica, resistência às intempéries climáticas e movimentos de acomodação da estrutura.



**Figura 9 – Juntas elásticas entre painéis**

Fonte: (PECORA TILT-SEAL, 2014)

## 6.0.VANTAGENS

De acordo com a literatura, podemos elencar benefícios frente ao sistema utilizado atualmente, considerando o mesmo projeto arquitetônico, que podem ser decisivos para a escolha da tecnologia neste trabalho apresentado (*Tilt-Up*).

- 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” (IGLESIA, 2006). Ainda a respeito do tempo de execução, a CCANZ (2004) comenta que “Edificações industriais e comerciais usualmente podem ser construídas de 20 a 30% mais rapidamente que edificações erguidas com métodos alternativos”.
- Segurança do edifício: “Em média 15 cm de concreto são suficientes para garantir aos painéis ótima resistência ao fogo, formar barreira sonora e segurança contra vandalismo e invasões. Estes fatores reduzem gastos com seguros” (IBRACON, 2002). Nessa linha o grupo Walter Torre Jr. (1998) ainda reforça que “O concreto é uma excelente escolha como material resistente a fogo, sendo que uma parede de 15 cm de espessura resiste a uma média de 4 horas de fogo”.
- Beleza: Iglesia (2006) ainda elenca como vantagem a versatilidade de acabamentos que podem ser dados ao Tilt-up. “Poderão receber uma enorme variedade de tratamentos decorativos, tais como colorações ilimitadas, que podem ser adicionadas à mistura de concreto ou às pinturas texturizadas, ou moldes superficiais em diversos tipos, como aletas, pedras, tijolos, além de muitos outros efeitos decorativos”
- Economia: A eliminação do transporte, a utilização de mão de obra local e não especializada e o emprego de materiais comuns como aço e concreto resultam, na maioria dos casos, em construções de menor custo” (IBRACON, 2002).
- Custo do método: O manual técnico 34 da CCANZ (2004) mostra que a diferença de custo entre o método quando comparado a fechamentos realizados com blocos de concreto somam até 30%.

- “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” (IGLESIA, 2006).
- “Expansões e modificações: No SISTEMA TILT-UP podem ser planejadas expansões de maneira extremamente simples mediante o deslocamento de painéis ou abertura de vãos ou orifícios para necessidades futuras” (Walter Torre Jr., 1998).
- Transporte: Quando comparado ao sistema pré-moldado de usina, a construtora Walter Torre Jr. (1998) ainda comenta que a eliminação de transporte e de manuseio excessivo das peças, possibilitando sua execução com preços competitivos em qualquer local distante dos grandes centros.
- Conforto acústico: “Bloqueia a transmissão de ruídos de 50dB para frequências em torno de 125 Hz. ” (Walter Torre Jr., 1998). A respeito do fechamento lateral em concreto armado com espessura média de 15cm.



## 7.0. ESTUDO DE CASO

### 7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O dicionário Aurélio define indústria ou fábrica como o “conjunto das atividades que visam a manipulação e transformação de matérias-primas para a produção de bens de consumo ou o Conjunto das pessoas e dos processos envolvidos no fabrico ou na produção de algo”.

Apesar das especificidades únicas encontrada em cada instalação fabril, podemos identificar características comuns entre as mesmas, são elas:

- ❖ Vãos livres superiores a 20 metros;
- ❖ Grandes áreas de ocupação;
- ❖ Altura da edificação entre 10 e 20 metros;
- ❖ Características similares ao longo da edificação (revestimentos, pinturas, presença dos mesmos materiais)
- ❖ Pisos de alta resistência em concreto garantindo suporte de alta durabilidade para máquinas, equipamentos e a presença de empilhadeiras;
- ❖ Cobertas em lajes impermeabilizadas ou estrutura de coberta com telhas metálicas trapezoidais ou de peso específico similar;
- ❖ Estrutura modulada.

A identificação desses padrões mostra-se conveniente para aplicação de métodos construtivos pré-moldados ou industrializados.

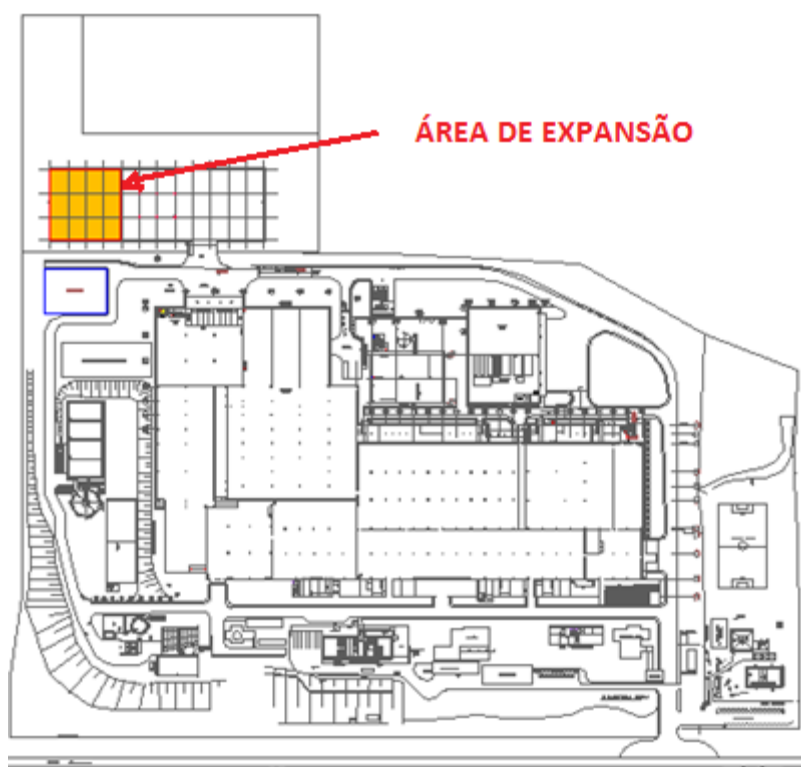
### 7.2.O EMPREENDIMENTO

O estudo de caso deste trabalho é a obra de expansão da indústria da Coteminas com filial localizada na BR 101 – KM 3,5 no Distrito Industrial de João Pessoa/PB que teve início no dia 24 de novembro de 2014.

A Fábrica em questão possui área de pouco mais de 30 hectares. Todas as unidades da Coteminas adotam o *Tilt-Up* como tecnologia construtiva de suas edificações industriais.

A obra em questão tem como construtoras responsáveis a Construtora Civil Industrial com matriz na Paraíba, em parceria com a construtora paulista Diase.

Compreende a execução de edificação para fins industriais, referente à Ampliação do Centro de Distribuição 04 de produtos acabados da Fábrica da Coteminas S.A como mostrado na figura 10, onde a edificação foi executada fazendo uso do método construtivo *Tilt-Up* com paredes maciças estruturais de concreto armado com estrutura de cobertura metálica e piso em concreto armado.

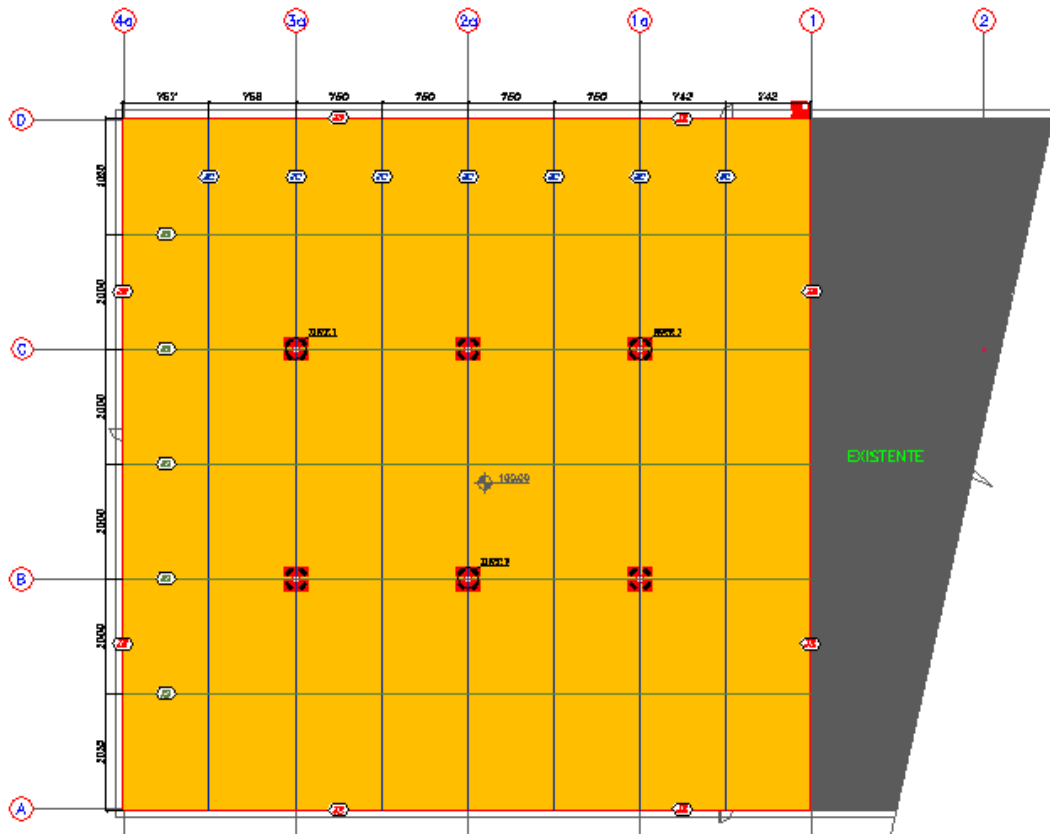


**Figura 10 – Localização da obra no interior da fábrica**

Fonte: Coteminas S.A.

A nova área construída possui dimensões de 60 x 60 metros totalizando 3.600,00 m<sup>2</sup> apresentando pé direito de 10,30 m, contendo 6 pilares centrais e fechamento lateral em concreto armado, maciço, tornando-os excelentes no que se refere a isolamento térmico e acústico.

Os fechamentos não receberam qualquer tipo de revestimento externo, visto que já possuem alta desempenho superficial.



**Figura 11 – Planta Baixa da edificação**

Fonte: Coteminas S.A.

### 7.3. A COTEMINAS

A Companhia de Tecidos Norte de Minas, ou Coteminas, oriunda de Montes Claros/MG, com o apoio da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), José de Alencar em parceria com o Deputado Luiz de Paula Ferreira foi fundada em 1967, com inauguração da fábrica de fiação de tecidos em 1975.

Hoje Possui 15 fábricas no Brasil, 5 nos Estados Unidos da América, uma na Argentina e uma no México, contando com mais de 15 mil colaboradores além das redes de lojas M.Martan e Artex.

#### **7.4. A CONSTRUTORA CIVIL**

Fundada em 1987, a Construtora Civil é uma empresa de origem familiar de serviços de engenharia com enfoque no setor industrial, com especialidades em nichos de mercado como pisos de alta resistência, recuperação de estruturas de concreto e restauro de monumentos históricos.

Atua principalmente no nordeste e possui experiência em obras realizadas e serviços prestados a clientes como Ambev, Klabin, Norfil, Brastex, Alcoa, Cipatex, Iphan, São Brás S.A., Nestlé S.A., Alpargatas S.A., Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Companhia de Sisal do Brasil (Cosibra), TV Cabo Branco, entre outras, totalizando mais de 500.000 m<sup>2</sup> de área construída.

#### **7.5. A CONSTRUTORA DIASE**

Especializada na construção de Centros de Distribuição e Industrias em geral, associada ao TCA – Tilt-Up Concrete Association dos EUA, têm neste seu principal método construtivo. Realiza ainda operações de Built-to-Suit (BTS) ou construção sob medida, onde “o investidor viabiliza um empreendimento imobiliário segundo os interesses de um futuro usuário, que irá utiliza-lo por um período pré-estabelecido, garantindo o retorno do investimento e a remuneração pelo uso do imóvel” (Advogado/Engenheiro Francisco Maia Neto da Precisão Consultoria em Artigo escrito para a coluna “Mercado Imobiliário” no jornal Estado de Minas de Belo Horizonte-MG 22/05/2006)

Possui em seu portfólio obras de clientes como a Coteminas, Casas Bahia, Ponto Frio, Carrefour, Atlas Copco, Renner, Unilever, para citar algumas.

## 7.6. O PROCESSO EXECUTIVO

### 7.6.1. FUNDAÇÕES

De acordo com o resultado de sondagens à percussão (SPT), a solução adotada foi a de estacas em concreto armado no perímetro da edificação no encontro dos painéis e nas fundações dos pilares centrais, enquanto para o piso foi realizado melhoramento do subleito com material granular bem graduado em toda a área.

Em seguida foram concretados blocos de coroamento sobre as estacas, em vez de fôrmas para os blocos, os mesmos foram escavados com dimensões aproximadas e dada a alta coesão do solo, o próprio recebeu apenas uma camada de chapisco no lugar da confecção de fôrmas conforme mostra a figura abaixo, formato que economizou tempo e material, não comprometendo tecnicamente o projeto.



**Figura 12 – Bloco de fundação**

Fonte: Acervo próprio

Em muitos casos nas obras industriais pode-se utilizar desse artifício como forma de economia ou produzir as fôrmas de blocos cerâmicos ou de concreto, que irão ser reaterrados juntamente com os blocos, sapatas e/ou troncos de pilares, economizando tempo de fabricação, fixação e desforma de fôrmas, bem como seu material (desmoldante, madeira, pregos). Visto que madeirites (compensado composto de lâminas de madeiras sobrepostas) são onerosos, tal artifício pode se mostrar vantajoso.

### **7.6.2. PISOS INDUSTRIAIS EM CONCRETO**

Após executado o reforço do subleito nivelando toda a área, os pisos foram executados em 6 faixas de 10 x 60m totalizando 600m<sup>2</sup> por concretagem de piso, com espessura média de 13 centímetros,  $F_{ck} = 30\text{Mpa}$ , seguindo a sequência executiva a seguir apresentada

Primeiramente foram utilizadas fôrmas metálicas de bordo, niveladas com auxílio de nível a laser, perfuradas, de modo que as barras de transferência entre as placas possam ser posicionadas durante a concretagem.

As fôrmas metálicas se mostram vantajosas por suportarem, sem se deformarem, os esforços laterais das placas durante as concretagens, além dos esforços verticais da régua vibratória, a qual é apoiada sobre as mesmas. Além disso, podem ser reutilizadas nas concretagens seguintes e ainda em outras obras.

Em seguida foram distribuídas sobre o sub leito uma película de lona plástica em toda a extensão da faixa a ser concretada. Esta possui a função de “impermeabilizar a superfície para evitar umidade ascendente nas placas de concreto. Garantir livre movimentação da placa de concreto em relação a sub-base. Garantir a hidratação do cimento evitando perda de água de amassamento para a sub-base” CRISTELLI (2010).

Além disso, as lonas plásticas em pisos de concreto possuem uma função muitas vezes desprezada, a de diminuir o atrito causado pela variação de temperatura das placas. Estudos da Construquímica mostram que a utilização de duas camadas de lona chega a diminuir esses esforços em até 30%.

A partir daí foram posicionadas telas nervuradas eletro soldadas Q196 no terço inferior do piso, com o auxílio de espaçadores plásticos, de modo a combater os momentos positivos e posicionadas as barras de transferência de esforços com diâmetro de 16,0 milímetros, lisas, com o auxílio de treliças metálicas na metade da altura da seção transversal, nos locais onde serão as juntas. Todas as telas e barras foram amarradas utilizando arames recozidos (Birmingham Wire Gage - BWG 18) de modo que não saiam da posição durante a concretagem. Todas as barras de transferência foram engraxadas de forma que as placas possam trabalhar livremente.

Pela espessura do piso, cada concretagem recebeu aproximadamente 10 caminhões de concreto de 8m<sup>3</sup>, concreto esse adensado e nivelado através de régua vibratória treliçada.

Ao concreto ainda foram adicionados 1,20 Kg/m<sup>3</sup> de fibra de vidro de combate a retração das placas.

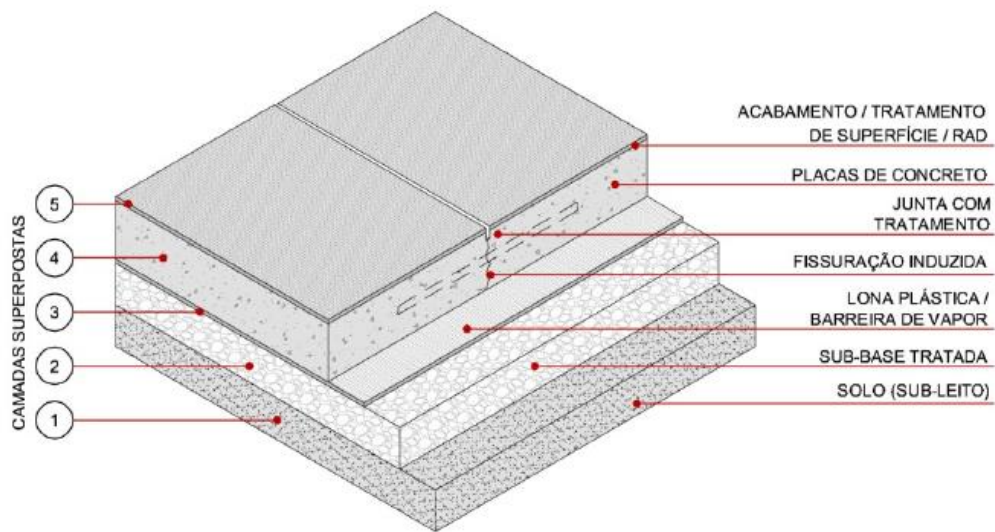


**Figura 13 – Preparação da fibra de vidro a ser misturada ao concreto**

Fonte: Acervo Pessoal

Foram passados o *float* (desempeno) de madeira e rodo de corte de modo a regularizar a superfície conforme indicam os manuais de procedimentos executivos, em seguida foi dado o acabamento final fazendo uso de acabadoras auto propelidas duplas e simples, primeiramente com disco, em seguida utilizando as pás, conferindo ao mesmo superfície lisa.

Assim, em resumo, os pisos foram executados em cinco camadas principais, superpostas, conforme representação abaixo.



**Figura 14 – Superposição das camadas geralmente adotadas em pisos industriais**

Fonte: CRISTELLI (2010)

As juntas foram serradas com até 24 horas após a concretagem fazendo uso de máquina de corte circular e discos diamantados, em seguida foram preenchidas com cordão tarucel de espuma de polietileno preenchidos com selante mastique monocomponente a base de poliuretano, impedindo a penetração de impurezas e partículas contaminantes

### **7.6.3. PILARES CENTRAIS**

Foram executados seis pilares com seções transversais de 50 x 60 cm com 11,70 m, moldados horizontalmente sobre o piso com fôrmas de bordo feitas com madeirites, sendo concretados três de cada vez de modo que se aproveitem as fôrmas.





**Figura 15 – Pilares prontos para serem concretados**

Fonte: Acervo pessoal

Por apenas utilizar fôrmas nas laterais dos pilares, através do sistema adotado, foram utilizados 22,80 m<sup>2</sup> em fôrmas com um reaproveitamento de 2x para moldagem de todos os pilares, caso os mesmos pilares fossem moldados pelo método comumente adotado em obras na região, moldando-os *in loco*, seriam despendidos 138,60 m<sup>2</sup> em fôrmas, desconsiderando as perdas.

Se considerarmos a mesma quantidade de reaproveitamentos das formas, totalizaria 69,30 m<sup>2</sup> de fôrmas a serem executadas, mais de três vezes do que se fossem moldados sobre o piso.

## **7.6.4. PAINÉIS DO TILT-UP**

### **7.6.4.1. Características**

No total foram executados 36 painéis com espessura de 15 centímetros, comprimentos de até 5 metros e altura de até 10,50 metros. Em média cada painel recebeu aproximadamente de 7,50 m<sup>3</sup> de concreto com  $F_{ck} = 35$  MPa, com uma taxa de aço de 62 kg/m<sup>3</sup> (cerca de 466 kg por painel). Cada um dos painéis possui peso médio de pouco mais de 18 toneladas

### **7.6.4.2. Concepção**

Primeiramente foram alinhadas e fixadas as fôrmas de bordo de madeira ao piso com mastique de poliuretano, imperfeições que pudessem ser refletidas nos painéis como as juntas de concretagem dos pisos foram preenchidas com gesso temporariamente. Marcados o posicionamento dos insertos, foi aplicado desmoldante em toda a superfície sob o qual o painel seria concretado conforme mostra a figura 16.



**Figura 16 – Aplicação de desmoldante sobre o piso para concretagem dos painéis**

Fonte: Acervo Pessoal

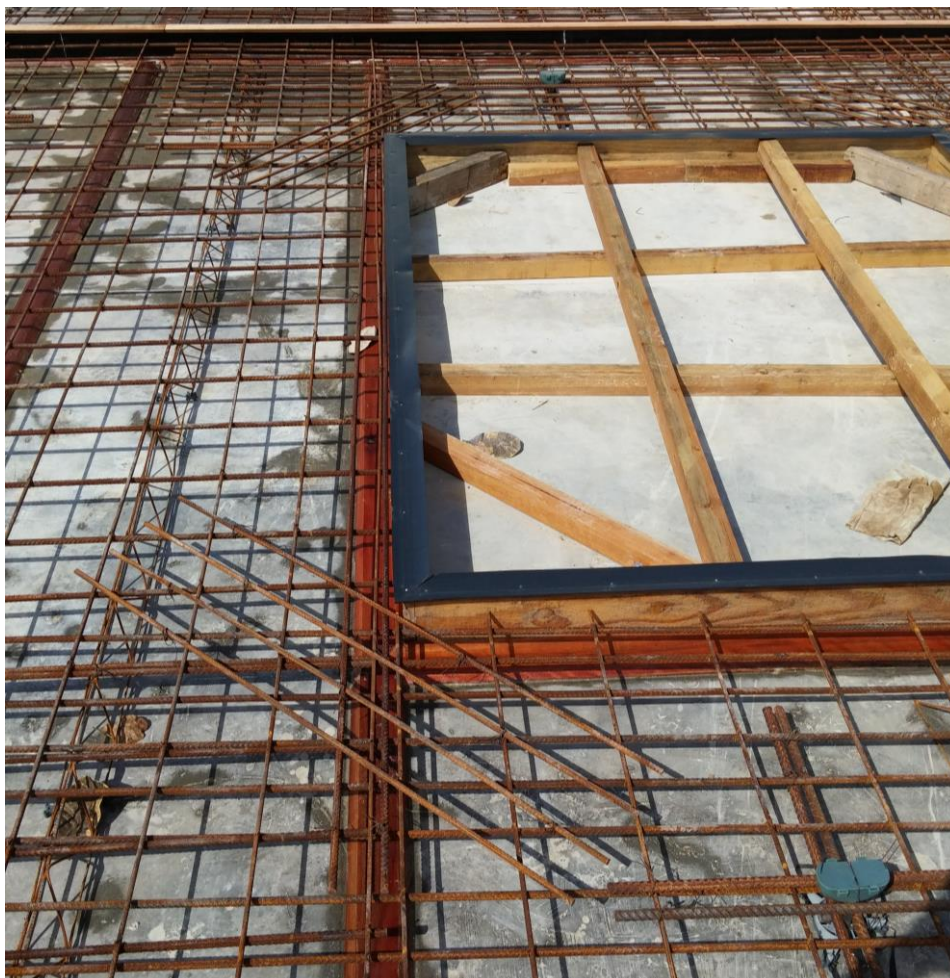
Após a preparação da área, a armadura e insertos foram posicionados, de modo que atuem não apenas durante o levantamento dos painéis, como estruturalmente conforme visto na figura 25.



**Figura 17 – Preparação das armaduras dos painéis**

Fonte: Acervo Pessoal

De modo que se evitem trincas e fissuras, faz-se mister o reforço das áreas frágeis ou que possam sofrer esforços de maior grandeza. Dessa forma, foram aplicadas ainda barras de aço nos locais que durante a análise de cargas se mostraram mais susceptíveis ao aparecimento de patologias, assim, todas as aberturas de portas e janelas, bem como insertos receberam quantidade superior de aço em relação ao restante da placa como visto na figura 26.



**Figura 18 – Detalhe dos reforços das aberturas**

Fonte: Acervo Pessoal

Posicionadas as armaduras e os insertos *superlift* (inserto de içamento) com capacidade de até 8 toneladas por inserto, e insertos da cobertura. As placas foram concretadas através de caminhões betoneira com concreto  $F_{ck} = 35\text{Mpa}$ , para em seguida serem içadas.

#### **7.6.4.3. Levantamento das placas**

Possivelmente a etapa mais importante do método. No içamento das placas foi utilizado um guindaste com capacidade para 130 Toneladas, pelo alcance do mesmo. Antes de ser içado, são presas as escoras metálicas rotuladas fazendo uso de chumbadores *parabolt* de  $5/8 \times 6$

polegadas enquanto a extremidade oposta permanece livre, apoiada sobre tábuas ou barrotes de madeira de modo que não arranhem o piso, até o alinhamento do painel. As extremidades livres das escoras também foram chumbadas ao piso ou bases externas logo após o alinhamento.

Suspensos através de oito *superlifts* por painel, numa média de nove painéis por dia, foram desunidos facilmente do piso sem imperfeições ou trincas, com o auxílio de um adaptador na ponta do guindaste que permitiu o levantamento gradual da placa e a distribuição das tensões conforme imagem abaixo.



**Figura 19 – Levantamento do painel *tilt-up***

Fonte: Acervo Pessoal

Em seguida, os painéis foram erguidos até a posição vertical, posteriormente posicionados sobre as calhas de fundação feitas para recebe-las conforme mostrado na figura 20. Tiveram suas alturas niveladas através de calços plásticos, também conhecidos como *shims*, de espessuras padronizadas e alinhadas com o auxílio da topografia e linhas mestras.



**Figura 20 – Posicionamento dos painéis**

Fonte: Acervo Pessoal

Após o nivelamento e escoramento dos painéis, estes foram unidos uns aos outros superiormente por meio de chapas metálicas soldadas aos insertos da cobertura e sua base grauteada ao piso, de modo que não se movimentassem devido à ação dos ventos e demais intempéries. A estrutura de cobertura trabalha ainda como estrutura de contraventamento garantindo estabilidade global à edificação.



**Figura 21 – Escoramento dos tilt-ups**

Fonte: Acervo Pessoal

### **7.6.5. COBERTA**

A estrutura metálica de cobertura, fabricação e montagem, foi terceirizada. Os elementos pré-fabricados chegaram ao canteiro de obras, antes mesmo da locação do terreno, de modo que sua montagem não sofreu qualquer tipo de atraso em razão do transporte.

A estrutura metálica foi fixada aos insertos pré-instalados aos painéis do *Tilt-up* e pilares centrais por meio de solda e parafusos, montada com o auxílio de guindastes e plataformas móveis, com resultado final como mostra a imagem a seguir.





**Figura 22 – Estrutura e fechamentos de coberta**

Fonte: Acervo Pessoal

A montagem começou após levantados todos os painéis *Tilt-up*, visto que sobre os mesmos seria apoiada a coberta. Em seguida as juntas entre os painéis foram preenchidas com cordões de espuma e seladas com masticado de poliuretano

## 8.0. RESULTADOS

### 8.1.1. CUSTOS

De modo que se possa determinar a viabilidade do uso do método, faz-se mister que além de tecnicamente favorável, seja competitivo economicamente. Para isso, foram levantados os quantitativos de todos os serviços executados ao longo da obra, e o valor unitário de cada serviço, inclusive BDI.

A planilha orçamentária com o valor e quantitativos de cada item totaliza R\$ 1.771.809,55 (Um milhão, setecentos e setenta mil, oitocentos e nove reais e cinquenta e cinco centavos), o que representa R\$ 492.17 por metro quadrado construído como pode ser visto na tabela abaixo. A mesma pode ser encontrada na íntegra no Anexo I deste trabalho.

OBRA:	COTEMINAS		
ORÇAMENTO:	<b>SINTÉTICO</b>		
LOCAL:	<b>COTEMINAS DISTRITO INDUSTRIAL DE JOÃO PESSOA</b>		
DATA:	<b>13.02.2015</b>		
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	VALOR	PORCENT. (%)
01.00	Serviços Preliminares	R\$ 25.756,00	1,45%
02.00	Serviços Técnicos	R\$ 50.000,00	2,82%
03.00	Movimentos de Terra	R\$ 30.275,03	1,71%
04.00	Fundações (Estacas e Blocos)	R\$ 351.036,52	19,81%
05.00	Piso	R\$ 305.223,16	17,23%
06.00	Estrutura de Concreto (Superestrutura)	R\$ 405.558,84	22,89%
06.01	Pilares Centrais	R\$ 33.607,62	1,90%
06.02	Fechamentos (PAINÉIS TILT-UP)	R\$ 371.951,22	20,99%
07.00	Estrutura de Coberta	R\$ 600.000,00	33,86%
08.00	Diversos	R\$ 3.960,00	0,22%
09.00	Omissos	R\$ -	0,00%
<b>TOTAL GERAL:</b>		<b>R\$ 1.771.809,55</b>	<b>100,00%</b>

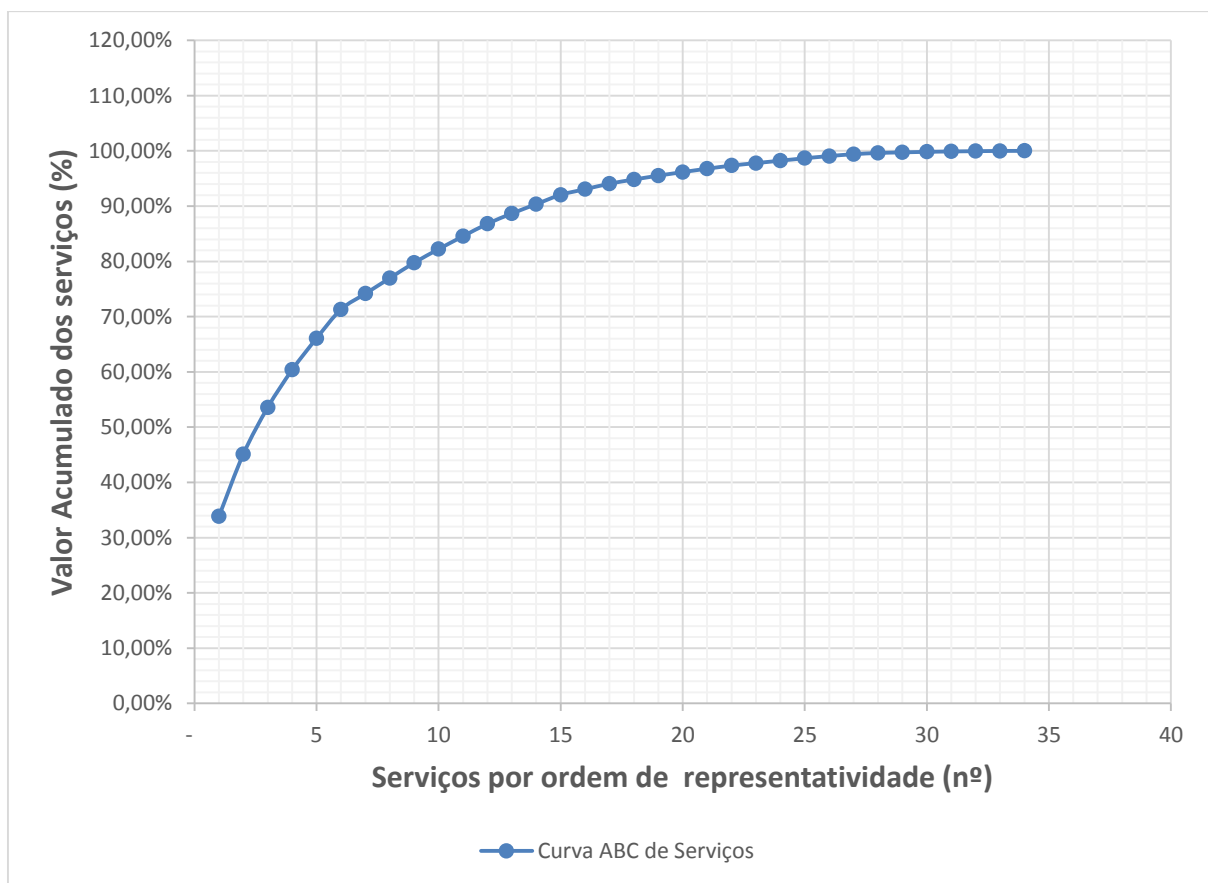
Quadro 2 – Planilha Orçamentária Sintética

O valor acima inclui todos os custos com mão de obra, materiais, encargos e transporte de pessoal, impostos, fretes, máquinas e equipamentos necessários a perfeita execução dos

serviços exceto aqueles listados como omissos na planilha orçamentária, em dias úteis e em horário normal diurno de trabalho.

De modo a auxiliar no entendimento dos itens mais significativos financeiramente, foi traçada a curva ABC de serviços, figura 31. Através da tabela contida no Anexo II pode-se discernir com clareza os serviços que, pelo volume, requerem maior atenção e que podem ter seus valores e prazos de pagamento negociados.

No mesmo anexo, observa-se que 80% do valor da obra encontra-se nos serviços que se referem a estrutura metálica de cobertura, aço e concreto do piso e painéis e base em Brita Graduada Simples (BGS) para o piso.



**Figura 23 – Gráfico da Curva ABC de serviços**

### 8.1.2. TEMPO

Durante toda a obra utilizou-se uma média de 14 funcionários braçais, entre ajudantes, profissionais e mestre de obras, que executaram todos painéis de *Tilt-up* e os dispuseram na posição final, totalizando uma área de 1926,00 m<sup>2</sup> num período de 26 dias úteis, destes, 22 dias foram utilizados para preparação e fabricação dos painéis e 4 dias úteis em seus içamentos e posicionamentos, totalizando pouco mais de um mês corrido. Enquanto a obra completa teve duração de três meses em dias corridos

### 8.1.3. COMPOSIÇÃO DOS SERVIÇOS

A partir das apropriações feitas de custo e tempo, pode-se propor uma composição específica de preços para fabricação e montagem de painéis *Tilt-up*. Inexistente até então nas bibliografias disponíveis ou no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Para tal foram utilizados os índices médios de produtividade dos serviços praticados na obra. Assim, foram feitas as composições de fabricação dos painéis (quadro 4) e içamento (quadro 5) separadamente de modo que se obtenha a precificação por unidades distintas.

Foi tomado como base o BDI médio para construção de edifícios segundo o Acórdão N° 2622/2013 do Tribunal de Contas da União (BRASIL, 2013), utilizado como parâmetro para obras financiadas pela Caixa Econômica Federal de 22,12% para que se obtenha o custo aproximado da utilização dos serviços.

<b>Fabricação de Painél Tilt-Up e = 15cm</b>				<b>(m<sup>2</sup>)</b>
Concreto dosado em central Bombeado, Brita 1 e 2 fck 35MPa	m <sup>3</sup>	0,150	350,00	52,50
Aço CA-50 6,3 a 12,5 mm cortado, dobrado e aplicado	kg	8,229	6,11	50,28
Fôrmas de Madeira Estruturadas	m <sup>2</sup>	0,501	34,20	17,14
Lançamento, adensamento e acabamento superficial de concreto	m <sup>2</sup>	1,000	25,68	25,68
<b>SUBTOTAL (R\$)</b>				<b>145,59</b>
BDI			22,12%	32,21
<b>TOTAL (R\$)</b>				<b>177,80</b>

**Quadro 3 – Composição de serviço de fabricação de painéis**

<b>Levantamento e posicionamento de Painéis Tilt-Up até 20T</b>				<b>(und)</b>
Içamento de painéis com Guindaste 130t	und	1,000	722,22	722,22
Escoras para Painéis	und/mês	2,000	277,78	555,56
Técnico de Segurança	h	0,889	19,54	17,37
Encarregado	h	1,778	11,58	20,59
Profissional	h	4,444	10,82	48,09
Ajudante	h	4,444	8,76	38,93
Custo do material/equip				1.277,78
Mão de Obra				124,98
Leis Sociais			116,37%	145,44
<b>SUBTOTAL (R\$)</b>				<b>1.548,19</b>
BDI			22,12%	342,46
<b>TOTAL (R\$)</b>				<b>1.890,65</b>

**Quadro 4 – Composição de serviço de levantamento e posicionamento de painéis**

#### **8.1.4. VANTAGENS E DESVANTAGENS OBSERVADAS**

Além dos benefícios citados anteriormente pela adoção do método em questão, podemos elencar benefícios e dificuldades observadas ao longo da pesquisa e da vivência durante as obras. São eles:

##### **Vantagens:**

- **Velocidade:** Construções realizadas em *Tilt-Up*, por serem executadas horizontalmente têm sua rapidez limitada apenas pelos equipamentos utilizados, não mais pela

quantidade de mão-de-obra. É expressiva a diferença de tempo observada para conclusão da obra frente aos métodos construtivos usualmente empregados.

- **Economia:** A redução do tempo e da quantidade de mão-de-obra necessária, por conseguinte menor custos de mão de obra e aumento do faturamento mensal da construtora;
- **Durabilidade:** Edificações erguidas com o uso do *Tilt-Up* no começo do século XX encontram-se em perfeito estado estrutural ainda hoje garantido pelos materiais empregados, que têm como características principais a resistência e durabilidade, além disso as demais edificações da fábrica, erguidas na década de 90 encontram-se em perfeito estado;
- **Versatilidade:** em casos de expansões ou até mudanças de local, os painéis poderão ter suas posições modificadas e até transportada para outros locais que se deseje.
- **Custo Total:** o valor final por metro quadrado da edificação mostra-se bastante econômico frente aos empreendimentos de características semelhantes com o emprego de métodos convencionais.

#### **Desvantagens:**

- **Cultura:** Por se tratar de um formato diferente do usual, pode encontrar resistência cultural e falta de preparo por parte dos profissionais em empregarem o método
- **Custo total de materiais:** Pelos painéis serem estruturais, a quantidade de concreto e aço usados em sua fabricação é elevada, onerando o investimento, porém existem técnicas onde paredes diafragma podem ser utilizadas, diminuindo não apenas a quantidade dos materiais como o peso das peças a serem içadas;
- **Mão de Obra Especializada:** É imprescindível para o sucesso da empreitada, que suas etapas e cronogramas sejam rigorosamente cumpridos, o que requer planejamento e o emprego de mão de obra especializada, dada a natureza dos serviços. Pisos e Painéis em concreto podem apresentar uma diversidade de patologias caso sejam executados por pessoal sem a *expertise* na área, bem como o içamento das peças requer acompanhamento qualificado de modo que se evite acidentes. Caso contrário podem tornar o modelo construtivo custoso financeiramente e pôr em risco vidas humanas.

## 9.0. CONCLUSÕES

A partir das informações supracitadas, fomenta-se um novo pensamento em relação ao emprego de conhecimentos já existentes como propulsor da produtividade na construção civil, visto que o acréscimo de mão de obra pouco qualificada, quando encontrada no mercado, muitas vezes não só onera como atrapalha os sistemas construtivos existentes.

Assim, o método construtivo relatado se mostra promissor em diversos aspectos. O trabalho complementa a escassa disponibilidade de bibliografias a respeito da execução do *Tilt-up*. É visível que a busca pela industrialização dos procedimentos se faz necessária, visto que frente aos métodos comumente adotados, se mostram vantajosos em duração, custo total, retrabalhos e confiabilidade. O nível de exigências técnicas e legais, muitas vezes encarados pejorativamente, torna os prestadores de serviços formais e profissionalizados, inclusive impõe barreiras à entrada de concorrentes, fortalecendo as empresas, a exemplo de construtoras que foram pioneiras na adoção de métodos construtivos não usuais.

O *Tilt-up* é mostrado de modo que se entenda os procedimentos recomendados por associações e diversos autores, assim como mostrada a execução desses processos na prática relatando as dificuldades que podem ser encontradas durante sua execução, bem como artifícios que auxiliem ao bom desempenho da estrutura caso esta pesquisa seja utilizada como base para a reprodução do método em outros empreendimentos.

Teve sua aplicação focada no setor industrial pelas características que favorecem e apresentam maior margem de ganhos com seu emprego, porém pode e é utilizada nos mais diversos setores como residencial e comercial, desde que os mesmos apresentem padronização e modulação que compensem seu emprego. O uso da tecnologia requer planejamento e projetos de qualidade acima do usual, mas se mostra não apenas vantajosa em questões de tempo hábil, como em custo total, apresentando características superiores, desde que bem executado.

A partir da curva ABC de serviços entende-se que mais de 80% do valor de um empreendimento erguido através do método construtivo *Tilt-up* estão nos tipos de materiais adotados (aço e concreto principalmente) que podem ter seus valores negociados de acordo com o volume, parcerias no mercado, ou a terceirização de serviços que não sejam do *know-how* da contratada para execução da obra, otimizando o processo.

Por fim, contribui com a apresentação de composições de preços a partir das apropriações feitas no estudo de caso, que carecem de mais dados para que se obtenham médias mais abrangentes que incluam diferentes obras em diferentes setores com o uso da metodologia.



## 10.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Bruno Rebouças de. Pisos Industriais em Concreto: Projeto e procedimentos executivos. 2014. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 551 R92: Tilt-Up Concrete Structures. USA, 2003. Disponível em: <[http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/551r\\_92.pdf](http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/551r_92.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2015.

BRASIL. DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS - DIEESE. Encargos Sociais no Brasil: Conceito, Magnitude e Reflexos no Emprego. São Paulo: Ministério do Trabalho e Emprego - Secretaria Executiva, 2006. 37 p. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BA5F4B7012BAB0ABAFF6414/Prod04\\_2006.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BA5F4B7012BAB0ABAFF6414/Prod04_2006.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2015.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Acórdão nº 2622. Relator: Marcos Bemquerer Costa. Brasília, DF, 25 de setembro de 2013. Acórdão Nº 2622/2013 - Tcu - Plenário. Brasília, 25 set. 2013. Disponível em: <<http://licitacoes.ufsc.br/files/2014/10/Acórdão-2622-2013-BDI.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

Caixa Econômica Federal (Org.). Preços de Insumos. 2015. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-pb/SINAPI\\_CustosReferencia\\_Insumos\\_PB\\_022015\\_NaoDesonerado.PDF](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-pb/SINAPI_CustosReferencia_Insumos_PB_022015_NaoDesonerado.PDF)>. Acesso em: 11 mar. 2015.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC. Encargos previdenciários e trabalhistas no setor da construção civil: análise nacional. Brasília: CBIC, 2009. 32p. il. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/018.pdf>> Acesso em: 28 de novembro de 2014.

CEMENT & CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND. TILT-UP TECHNICAL MANUAL 34: Tilt-up Technical Manual. Nova Zelândia: D.h. Chrisholm, 2004. 41 p.

Confederação Nacional da Indústria - CNI. Perfil da indústria nos estados 2014. – ed. rev. – Brasília: CNI, 2014. 214 p.: il. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/publicacoes-e-estatisticas/estatisticas/2015/02/1,51126/perfil-da-industria-nos-estados.html>> Acesso em: 28 de novembro de 2014.

CRISTELLI, Rafael. 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 (Estados Unidos) (Org.). Tilt-Up Construction Handbook. Miamisburg: Dayton Superior Corporation, 2014. 112 p. Disponível em: <[http://www.daytonsuperior.com/docs/default-source/handbooks/ds\\_tilt-up\\_hb.pdf?sfvrsn=14](http://www.daytonsuperior.com/docs/default-source/handbooks/ds_tilt-up_hb.pdf?sfvrsn=14)>. Acesso em: 11 mar. 2015.

DRUCKER, Peter Ferdinand. **O Homem**. Brasil: Exame, 2001

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (Brasil). **Índice Nacional de Custo da Construção**. 2015. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/indice-nacional-de-custos-da-construcao-inccfgv>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

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

JORNADA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA DA REGIÃO CENTRO OESTE, 2., 2008, Cuiabá. **Influência do Clima Tropical na Cura do**

**Concreto.** Cuiabá, MT., 2008. 4 p. Disponível em:  
<<http://www.mvalin.com.br/news/influência-do-clima-tropical-na-cura-do-concreto-/>>.  
Acesso em: 11 mar. 2015.

MEADOW BURKE. **Innovating Tilt-Up Construction.** Tampa, Fl: Meadow Burke, 2014. 123 p. Disponível em: <<http://meadowburke.com/techmanuals/tilt.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

PASTORE, José. O FUTURO DO TRABALHO NO BRASIL E NO MUNDO. Em Aberto, Brasília, ano 15, n.65 jan. /mar. 1995.

PERCORA TILT-SEAL (Estados Unidos) (Org.). The Intelligent Sealant Solution For Tilt-up Construction. Harveysville: Percora Corporation, 2009. Disponível em: <[http://www.pecora.com/pdfs/Pecora\\_Tilt-Seal\\_Brochure.pdf](http://www.pecora.com/pdfs/Pecora_Tilt-Seal_Brochure.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2015.

Revista Mercado Edição 43 – Julho/2011 disponível em:  
<<http://www.revistamercado.com.br/destaques/o-%E2%80%9Cboom%E2%80%9D-da-construcao-civil/>> Acesso em: 21/01/2015.

Revista TECHNE - Edição 143 - Fevereiro/2009 disponível em:  
<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/143/indicadores-de-projeto-para-edificios-em-alvenaria-estrutural-286569-1.aspx>> Acesso em: 13/02/2015.

Revista TECHNE - Edição 195 - Junho/2013 disponível em:  
<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/195/engenheiro-de-rigging-icamento-e-movimentacao-de-pecas-pesadas-294071-1.aspx>> Acesso em: 27/01/2015

Revista TECHNE - Edição 75 - Junho/2003 disponível em:  
<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/75/artigo286242-1.aspx>> Acesso em: 13/02/2015.

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 Tecnológicas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

WORKSAFE VICTORIA (Australia). Precast and Tilt-up Concrete for Buildings: Industry Standard. Melbourne, 2000. 87 p. Disponível em: <<http://www.worksafe.vic.gov.au/forms-and-publications/forms-and-publications/precast-and-tilt-up-concrete-for-buildings>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

## 11.0. ANEXO I

<b>OBRA:</b>	<b>COTEMINAS</b>					
<b>ORÇAMENTO:</b>	<b>GERAL - ANALÍTICO</b>					
<b>LOCAL:</b>	<b>COTEMINAS DISTRITO INDUSTRIAL DE JOÃO PESSOA</b>					
<b>DATA:</b>	<b>30.01.2015</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIT. (R\$) (COM BDI)</b>	<b>VALOR</b>	<b>PORCENT. (%)</b>
<b>01.00</b>	<b>Serviços Preliminares</b>				<b>R\$ 25.756,00</b>	<b>1,45%</b>
01.01	Escritório e Canteiro de Obras	MÊS	3,00	3.600,00	R\$ 10.800,00	0,61%
01.02	Licenças e ART	VB	1,00	7.000,00	R\$ 7.000,00	0,40%
01.03	Locação da obra	M2	3.600,00	2,21	R\$ 7.956,00	0,45%
<b>02.00</b>	<b>Serviços Técnicos</b>				<b>R\$ 50.000,00</b>	<b>2,82%</b>
02.01	Projeto estrutural ( piso, estrutura, pluvial)	VB	1,00	40.000,00	R\$ 40.000,00	2,26%
02.02	Serviços Topográficos	Mês	2,00	5.000,00	R\$ 10.000,00	0,56%
<b>03.00</b>	<b>Movimentos de Terra</b>				<b>R\$ 30.275,03</b>	<b>1,71%</b>
03.01	Regularização e retirada da camada vegetal, e = 20cm	M2	3.600,00	3,20	R\$ 11.520,00	0,65%
03.02	Escavação mecanizada para estacas de concreto	M	594,00	30,00	R\$ 17.820,00	1,01%
03.03	Escavação mecanizada para blocos de fundação	M3	36,30	21,38	R\$ 776,09	0,04%
03.04	Reaterro compactado	M3	9,00	17,66	R\$ 158,94	0,01%
<b>04.00</b>	<b>Fundações</b>				<b>R\$ 351.036,52</b>	<b>19,81%</b>
04.01	Fornecimento, corte e dobra de Aço CA 50 para fundações (estacas)	KG	6.550,78	7,60	R\$ 49.785,93	2,81%
04.02	Fornecimento, lançamento e adensamento de concreto para fundações (estacas)	M3	101,34	430,65	R\$ 43.642,05	2,46%
04.03	Arrasamento das estacas	UND	55,00	34,00	R\$ 1.870,00	0,11%

<b>04.04</b>	Execução de concreto magro	M2	36,00	48,00	<b>R\$ 1.728,00</b>	0,10%
<b>04.05</b>	Fornecimento, corte e dobra de Aço CA 50 para fundações (blocos de coroamento)	KG	1.761,15	7,60	<b>R\$ 13.384,74</b>	0,76%
<b>04.06</b>	Fornecimento, lançamento e adensamento de concreto para fundações (blocos de coroamento)	M3	95,72	430,65	<b>R\$ 41.221,80</b>	2,33%
<b>04.07</b>	Execução de base compactada em BGS para piso em concreto armado	M2	3.600,00	55,39	<b>R\$ 199.404,00</b>	11,25%
<b>05.00</b>	<b>Piso</b>				<b>R\$ 305.223,16</b>	<b>17,23%</b>
<b>05.01</b>	Fornecimento, Corte, Dobra e Aplicação de ferragem para piso	KG	5.692,13	8,90	<b>R\$ 50.659,96</b>	2,86%
<b>05.02</b>	Fornecimento de concreto usinado em central Fck = 30Mpa (inclusive perdas 7%)	M3	468,00	320,00	<b>R\$ 149.760,00</b>	8,45%
<b>05.03</b>	Fornecimento de fibras de vidro para piso em concreto (1,2kg/m³)	KG	561,60	22,00	<b>R\$ 12.355,20</b>	0,70%
<b>05.04</b>	Piso em concreto armado reforçado com fibras e acabamento alisado (e = 13 cm)	M2	3.600,00	25,68	<b>R\$ 92.448,00</b>	5,22%
<b>06.00</b>	<b>Estrutura de Concreto (Superestrutura)</b>				<b>R\$ 405.558,84</b>	<b>22,89%</b>
<b>06.01</b>	<b>Pilares Centrais</b>				<b>R\$ 33.607,62</b>	<b>1,90%</b>
06.01.01	Fôrmas para pilares, inclusive material	M2	36,30	34,20	<b>R\$ 1.241,46</b>	0,07%
06.01.02	Fornecimento, corte, dobra e aplicação de aço em pilares (inclusive perdas 10%)	KG	2.334,00	7,60	<b>R\$ 17.738,40</b>	1,00%
06.01.03	Fornecimento de concreto usinado em central Fck = 30Mpa (inclusive perdas 7%) bombeado	M3	22,77	340,00	<b>R\$ 7.741,80</b>	0,44%
06.01.04	Lançamento, adensamento e acabamento superficial em pilares	M2	34,50	25,68	<b>R\$ 885,96</b>	0,05%
06.01.05	Lçamento dos Pilares	DIA	2,00	3.000,00	<b>R\$ 6.000,00</b>	0,34%
<b>06.02</b>	<b>Fechamentos (PAINÉIS TILT-UP)</b>				<b>R\$ 371.951,22</b>	<b>20,99%</b>
06.02.01	Fôrmas para painéis, inclusive material	M2	965,00	34,20	<b>R\$ 33.003,00</b>	1,86%
06.02.02	Fornecimento, corte, dobra e aplicação de aço em painéis (inclusive perdas 10%)	KG	15.856,65	7,60	<b>R\$ 120.510,54</b>	6,80%
06.02.03	Fornecimento de concreto usinado em central Fck = 35Mpa para Painéis (inclusive perdas 7%) bombeado	M3	289,00	350,00	<b>R\$ 101.150,00</b>	5,71%

06.02.04	Lançamento, adensamento e acabamento superficial em painéis	M2	1.926,00	25,68	R\$	<b>49.459,68</b>	2,79%
06.02.05	lçamento dos Painéis	DIA	4,00	7.500,00	R\$	<b>30.000,00</b>	1,69%
06.02.06	Escoramento	Mês	1,00	30.000,00	R\$	<b>30.000,00</b>	1,69%
06.02.07	Juntas de união entre Painéis	M	391,40	20,00	R\$	<b>7.828,00</b>	0,44%
<b>07.00</b>	<b>Estrutura de Coberta</b>				R\$	<b>600.000,00</b>	<b>33,86%</b>
07.01	Estrutura metálica de cobertura (fornecimento e montagem) incluindo telhas trapezoidais TP40 pré pintadas na cor Branca	M2	3.600,00	166,67	R\$	<b>600.000,00</b>	33,86%
<b>08.00</b>	<b>Diversos</b>				R\$	<b>3.960,00</b>	<b>0,22%</b>
08.01	Limpeza final	M2	3.600,00	1,10	R\$	<b>3.960,00</b>	0,22%
<b>09.00</b>	<b>Omissos</b>						
09.01	Esquadrias						
09.02	Bases de equipamentos						
09.03	Instalações Elétricas e Hidráulicas						
09.04	Instalações de Incêndio						
09.05	SPDA						
<b>TOTAL GERAL:</b>					R\$	<b>1.771.809,55</b>	<b>100,00%</b>

**Quadro 5 – Planilha Orçamentária Analítica**

## 12.0. ANEXO II

<b>OBRA:</b>	<b>COTEMINAS</b>				
<b>PLANILHA:</b>	<b>CURVA ABC DE SERVIÇOS</b>				
<b>LOCAL:</b>	<b>COTEMINAS DISTRITO INDUSTRIAL DE JOÃO PESSOA</b>				
<b>DATA:</b>	<b>14.02.2015</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>VALOR</b>	<b>PORCENT. (%)</b>	<b>PORCENT. ACUMULADA (%)</b>
01.01	Estrutura metálica de cobertura (fornecimento e montagem) incluindo telhas trapezoidais TP40 pré pintadas na cor Branca	M2	R\$ 600.000,00	33,86%	33,86%
01.02	Execução de base compactada em BGS para piso em concreto armado	M2	R\$ 199.404,00	11,25%	45,12%
01.03	Fornecimento de concreto usinado em central Fck = 30Mpa (inclusive perdas 7%)	M3	R\$ 149.760,00	8,45%	53,57%
02.01	Fornecimento, corte, dobra e aplicação de aço em painéis (inclusive perdas 10%)	KG	R\$ 120.510,54	6,80%	60,37%
02.02	Fornecimento de concreto usinado em central Fck = 35Mpa para Painéis (inclusive perdas 7%) bombeado	M3	R\$ 101.150,00	5,71%	66,08%
03.01	Piso em concreto armado reforçado com fibras e acabamento alisado (e = 13 cm)	M2	R\$ 92.448,00	5,22%	71,30%
03.02	Fornecimento, Corte, Dobra e Aplicação de ferragem para piso	KG	R\$ 50.659,96	2,86%	74,16%
03.03	Fornecimento, corte e dobra de Aço CA 50 para fundações (estacas)	KG	R\$ 49.785,93	2,81%	76,97%
03.04	Lançamento, adensamento e acabamento superficial em painéis	M2	R\$ 49.459,68	2,79%	79,76%
04.01	Fornecimento, lançamento e adensamento de concreto para fundações (estacas)	M3	R\$ 43.642,05	2,46%	82,22%
04.02	Fornecimento, lançamento e adensamento de concreto para fundações (blocos de coroamento)	M3	R\$ 41.221,80	2,33%	84,55%
04.03	Projeto estrutural (piso, estrutura, pluvial)	VB	R\$ 40.000,00	2,26%	86,81%
04.04	Fôrmas para painéis, inclusive material	M2	R\$ 33.003,00	1,86%	88,67%
04.05	lçamento dos Painéis	DIA	R\$ 30.000,00	1,69%	90,36%



04.06	Escoramento	Mês	R\$	30.000,00	1,69%	92,06%
04.07	Escavação mecanizada para estacas de concreto	M	R\$	17.820,00	1,01%	93,06%
05.01	Fornecimento, corte, dobra e aplicação de aço em pilares (inclusive perdas 10%)	KG	R\$	17.738,40	1,00%	94,06%
05.02	Fornecimento, corte e dobra de Aço CA 50 para fundações (blocos de coroamento)	KG	R\$	13.384,74	0,76%	94,82%
05.03	Fornecimento de fibras de vidro para piso em concreto (1,2kg/m³)	KG	R\$	12.355,20	0,70%	95,51%
05.04	Regularização e retirada da camada vegetal, e = 20cm	M2	R\$	11.520,00	0,65%	96,17%
06.01.01	Escritório e Canteiro de Obras	MÊS	R\$	10.800,00	0,61%	96,77%
06.01.02	Serviços Topográficos	Mês	R\$	10.000,00	0,56%	97,34%
06.01.03	Locação da obra	M2	R\$	7.956,00	0,45%	97,79%
06.01.04	Juntas de união entre Painéis	M	R\$	7.828,00	0,44%	98,23%
06.01.05	Fornecimento de concreto usinado em central Fck = 30Mpa (inclusive perdas 7%) bombeado	M3	R\$	7.741,80	0,44%	98,67%
06.02.01	Licenças e ART	VB	R\$	7.000,00	0,40%	99,06%
06.02.02	Içamento dos Pilares	DIA	R\$	6.000,00	0,34%	99,40%
06.02.03	Limpeza final	M2	R\$	3.960,00	0,22%	99,62%
06.02.04	Arrasamento das estacas	UND	R\$	1.870,00	0,11%	99,73%
06.02.05	Execução de concreto magro	M2	R\$	1.728,00	0,10%	99,83%
06.02.06	Fôrmas para pilares, inclusive material	M2	R\$	1.241,46	0,07%	99,90%
06.02.07	Lançamento, adensamento e acabamento superficial em pilares	M2	R\$	885,96	0,05%	99,95%
07.01	Escavação mecanizada para blocos de fundação	M3	R\$	776,09	0,04%	99,99%
08.01	Reaterro compactado	M3	R\$	158,94	0,01%	100,00%
<b>LEGENDA</b>						
	<b>Aprox. 80% do valor total</b>					
	<b>Aprox. 15% do valor total</b>					
	<b>Até 5% do valor total</b>					

Quadro 6 – Curva ABC de Serviços

