



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS**

**NILO LUCIANO PEREIRA PORTO RAMOS
EMERSON BARROS**

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM
CONCRETO PRÉ-MOLDADO – *TILT-UP: Princípios e Aplicações***

**Palmas, TO
2010**

**NILO LUCIANO PEREIRA PORTO RAMOS
EMERSON BARROS**

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM
CONCRETO PRÉ-MOLDADO – *TILT-UP: Princípios e Aplicações***

Trabalho de conclusão de Curso
apresentado à Coordenação da Área de
Construção Civil como requisito parcial
para obtenção da conclusão do Curso de
Tecnologia em Construção de Edifícios do
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia
do Tocantins – Campus Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Roldão de Carvalho Lelis

Palmas, TO

2010

**NILO LUCIANO PEREIRA PORTO RAMOS
EMERSON BARROS**

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM
CONCRETO PRÉ-MOLDADO – *TILT-UP***

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios pela Coordenação da Área de Construção Civil no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Palmas, de 2010.

Prof. Dr. Flávio Roldão de Carvalho Lelis
Supervisor do Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. M. Sc. Thiago Dias Araujo e Silva
Coordenador do CST em Construção de Edifícios

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Flávio Roldão de Carvalho Lelis
Presidente e Orientador

Prof. M. Sc. Thiago Dias Araujo e Silva
Co-Orientador

Prof. M. Sc. Gilson Marafiga Pedroso
Membro de Banca Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, que nos deu força para seguir nessa jornada de conhecimento, aos nossos familiares que permaneceram conosco em todos os momentos, e que acreditaram em nosso potencial e na escolha da nossa profissão, e por fim a todos nossos amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço novamente a Deus, ao nosso co-orientador Prof. M. Sc. Thiago Dias Araujo e Silva, nosso orientador Dr. Flávio Roldão de Carvalho Lelis, que nos deram suporte com suas experiências e conhecimento propondo idéias para o desenvolvimento deste trabalho final de conclusão de curso, e ao amigo companheiro tecnólogo Leonardo Guilherme Roeder.

A todos os nossos amigos acadêmicos, que estiveram ao nosso lado em todo o período de curso.

Aos colaboradores do Instituto Federal de Palmas, agradeço por terem paciência e respeito conosco.

RESUMO

A utilização de novas técnicas construtivas, como os pré-moldados em concreto armado, constitui um fator constante nos dias atuais, em que são encontrados modernos sistemas construtivos para a execução de obras. O objetivo desta pesquisa é conhecer as potencialidades do pré-moldado, enquanto incremento no nível de industrialização da construção. A proposta deste trabalho é investigar a utilização do sistema construtivo *tilt-up* como fechamento estrutural, e de vedação, demonstrando sua produção em série, com um controle de qualidade bem como sua forma de fabricação.

Palavras chave: pré-moldados; *tilt-up*; industrialização da construção.

ABSTRACT

The use of new constructive techniques, as the daily pay-molded one's in armed concrete, constitutes a constant factor in the current days, where modern constructive systems for the execution of workmanships are found. The objective of this research is to know the potentialities of the daily pay-molded one, while increment in the level of industrialization of the construction. The proposal of this work is to investigate the use of the constructive system tilt-up as structural closing, and of prohibition, demonstrating its production in series, under rigorous quality control as well as its form of manufacture.

Keywords: daily pay-molded; tilt-up; industrialization of the construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - FRONTAL DA IGREJA METODISTA DE ZION, EUA.	16
FIGURA 2 - SOCIEDADE TORRE DE VIGIA, CESÁRIO LANGE - SP	17
FIGURA 3 - MERCADO DO TILT-UP NO MUNDO.	18
FIGURA 4 - GALPÃO EXECUTADO COM SISTEMA CONSTRUTIVO <i>TILT-UP</i>	19
FIGURA 5 - LOJA CARREFOUR EXECUTADO COM <i>TILT-UP</i>	19
FIGURA 6 - PRÉDIO COM PLACAS DE <i>TILT-UP</i>	20
FIGURA 7 - CENTRO COMERCIAL. INTEGRAÇÃO ENTRE DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS (AÇO E <i>TILT-UP</i>).....	20
FIGURA 8 - TRAVAMENTO DA ESTRUTURA.....	24
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DIVERSA DAS FORÇAS NO IÇAMENTO DA PLACA.....	25
FIGURA 10 - CONCRETAGEM DOS PAINÉIS SOBRE O PISO.....	26
FIGURA 11 - INSERTS PARA FIXAÇÃO COM A ESTRUTURA METÁLICA DA COBERTURA	27
FIGURA 12 - LIGAÇÃO DOS PAINÉIS COM INSERTS METÁLICOS	27
FIGURA 13 - ORDEM DE MONTAGEM DO PAINEL TILT-UP	28
FIGURA 14 - SONDAGEM.....	29
FIGURA 15 - TERRAPLENAGEM.....	29
FIGURA 16 - NÍVEL.....	29
FIGURA 17 - DORMENTES.....	30
FIGURA 18 - PISO	30
FIGURA 19 - TOPOGRAFIA.....	31
FIGURA 20 - MARCAÇÃO DAS FORMAS.....	31
FIGURA 21 - FERRAGEM NAS FORMAS	32

FIGURA 22 - CONCRETO USINADO BOMBEADO	32
FIGURA 23 - CONCRETO USINADO	32
FIGURA 24 - PLACA CONCRETADA.....	33
FIGURA 25 - ACABAMENTO DO PAINEL	33
FIGURA 26 - PAINEL PRONTO	33
FIGURA 27 - PAINEL PRONTO	33
FIGURA 28 - IÇAMENTO DO PAINEL.....	34
FIGURA 29 - PAINEL COM ESCORAMENTO METÁLICO.....	34
FIGURA 30 - DETALHE DO DENTE EM CONCRETO NA REGIÃO DE FIXAÇÃO DO CAIXILHO.	36
FIGURA 31 - DETALHES EM CORTE DE ALTERNATIVAS DE POSIÇÕES DOS TUBOS DE DRENAGEM.....	38
FIGURA 32 - LABORATÓRIO ALEMÃO, AQUIRAZ – CE	39
FIGURA 33 - CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DA VOLKSWAGEN EM VINHEDO-SP.....	40
FIGURA 34 - SALÃO DE CONVENÇÕES E LOJAS, INDAIATUBA - SP	40
FIGURA 35 - SUPERMERCADO MAKRO	41
FIGURA 36 - SUPERMERCADO MAKRO PALMAS-TO	41
FIGURA 37 - SUPERMERCADO MAKRO PALMAS-TO	42
FIGURA 38 - INSTITUTO METODISTA, SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira Concreto Portland

IBTS – Instituto Brasileiro de telas Soldadas.

ACI – American Concrete Institute.

IBRACON – Instituto Brasileiro de Concreto.

NBR – Norma Brasileira.

TCA – Tilt-up Concrete Association.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO</u>	<u>11</u>
1.1 TEMAS DA PESQUISA	12
1.1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA	12
1.2 PROBLEMÁTICA	12
1.3 HIPÓTESES	12
1.4 OBJETIVOS	13
1.4.1 OBJETIVO GERAL	13
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.5 JUSTIFICATIVA	13
1.6 MÉTODO DA PESQUISA	14
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
<u>2. BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICA</u>	<u>16</u>
<u>3. PRINCIPAIS TIPOLOGIAS E APLICAÇÕES DO TILT-UP</u>	<u>19</u>
<u>4. DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO <i>TILT-UP</i></u>	<u>23</u>
4.1 TILT-UP COM FUNÇÃO ESTRUTURAL	23
4.1.1 PROJETO	23
4.1.2 O DIMENSIONAMENTO DAS PLACAS:	24
4.1.3 PISO	26
4.2 ETAPAS DE EXECUÇÃO	29
4.3 TILT-UP: VEDAÇÃO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	35

5. EXEMPLOS DE OBRAS EM <i>TILT-UP</i> NO BRASIL	39
5.1 OBRAS COM O SISTEMA TILT-UP PARA FIM DE VEDAÇÃO ESTRUTURAL	39
5.2 OBRAS COM SISTEMA TILT-UP PARA FIM DE VEDAÇÃO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	41
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	46
ANEXO I	47

1. INTRODUÇÃO

A história da industrialização está diretamente associada à história da mecanização, com evolução das ferramentas e máquinas para produção de bens. De forma gradativa, as atividades exercidas pelo homem com auxílio de máquinas foram sendo substituídas por mecanismos, como aparelhos mecânicos ou eletrônicos, ou genericamente por sistemas automatizados (SERRA et al., 2004, p. 121).

A industrialização da construção civil, através da utilização de peças de concreto pré-fabricada, promoveu um salto de qualidade nos canteiros de obras, pois através de componentes industrializados com alto controle ao longo de sua produção, com materiais de boa qualidade, fornecedores selecionados e mão-de-obra treinada e qualificada, as obras tornaram-se mais organizadas e seguras.

A atualização da construção civil torna-se cada vez mais importante sob aspectos referentes à industrialização por emprego racionalizado de técnicas construtivas que viabilizem o aumento da produtividade e a redução de custos e tempo, tomam-se como exemplos empreendimentos industriais e comerciais.

“O processo evolutivo que, através de ações organizadas e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho, técnicas de planejamento e controle objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva.” (FRANCO, p. 180, 1992).

Um serviço de qualidade é aquele que atende de forma confiável e segura e no tempo certo às exigências do cliente. Para tanto, é necessário um corpo de funcionários capacitados, que venham atender a essas exigências. “*O movimento de modernização pelo qual passa o setor da Construção Civil invade o país, e é impossível fecharmos os olhos para a necessidade de renovação e de melhoria em toda a sua cadeia produtiva*” (COSTA, et al., 1992).

Segundo Ordonez *apud* El Debs (2000), a industrialização da construção é o emprego, de forma racional e mecanizada, de materiais meios de transporte e técnicas construtivas para se conseguir uma maior produtividade. A pré-fabricação é um método industrial de construção em que os elementos estão ligados diretamente aos processos de transporte, montagem, métodos de inspeção e controle, transformando uma obra em uma linha de produção.

1.1 TEMAS DA PESQUISA

1.1.1 Delimitação do Tema

Sistema construtivo em concreto pré-moldado *tilt-up*, como vedação e estrutural.

No Brasil, o uso de pré-moldados em grandes obras já acumula quase 55 anos, enquanto nos países da América do Norte e da Europa isso já faz parte de seu contexto industrial e histórico. A evolução dos pré-moldados atualmente tornou-se uma tendência irreversível nos países em desenvolvimento, dedicado a uma modernização tecnológica da construção civil.

1.2 PROBLEMÁTICA

Falta de conhecimento e domínio do sistema pré-moldado *tilt-up*, por parte dos arquitetos e projetistas.

Há uma carência de referências bibliográficas técnicas publicamente acessíveis, podendo citar como exemplo o *tilt-up*.

1.3 HIPÓTESES

Trazer melhorias para a indústria da construção civil, através de um método construtivo racionalizado, com versatilidade para o uso em diversos tipos de edificações, com menor prazo de execução.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Elaborar uma pesquisa bibliográfica para demonstrar o sistema construtivo em concreto pré-moldado *tilt-up*.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Fazer uma breve retrospectiva histórica deste material;
- Apresentar as principais tipologias e aplicações do sistema *tilt-up*;
- Execução do sistema construtivo *tilt-up*.
- Apresentar exemplos de obras com este sistema construtivo no Brasil.

1.5 JUSTIFICATIVA

O mercado da construção civil esta a cada dia exigindo tempo cada vez menor e alta qualidade dos serviços, forçando, portanto a construção civil a buscar novos desafios e métodos construtivos. O concreto armado estrutural (pré-moldados) sobrepõe pela rapidez de aplicação, sendo cada vez mais empregados em galpões industriais e comerciais em varias regiões do Brasil mais precisamente no Sudeste e Sul e no mundo. O aprimoramento do conhecimento e o domínio da técnica construtiva são evidentes, para que o mercado da construção civil possa absorver.

A execução das alvenarias convencionais como elemento de vedação constitui-se em um processo lento que necessita de mão-de-obra para os sub-processos como elevação de alvenaria, chapisco, e camada de revestimento, exigindo normalmente a montagem de andaimes. Diferente dos processos

convencionais, no sistema *Tilt-up* logo que os painéis pré-moldados são montados as paredes já estão acabadas, prontas para receber pintura, em consequência há a eliminação ou redução de escoramentos verticais. São dispensadas, todas as etapas convencionais com efetivo de mão de obra bastante reduzido, menor prazo de execução e desperdício tendendo a zero. Isso reflete em economia e racionalização para quem busca uma construção com qualidade. (CARBONE CONSTRUTORA, 2010).

Segundo a Dall'Acqua Engenharia (2009), O tilt-up, consegue uma economia de tempo ao redor de 6 semanas em relação ao projeto mais convencional em concreto armado reticulado de mesmo porte. Segundo a Walter Torre Jr. (1993), tilt-up pode ser projetado para ampliações e reformas de galpões, permitindo alterações como a introdução, recolocação ou retirada de painéis e aberturas.

Segundo Sartor e Silva, *apud* Melo (2004), muito mais do que restrições tecnológicas, o sistema ainda enfrenta obstáculos culturais. Por conta disso, o desafio é mostrar que o pré-moldado não é uma solução alternativa, mas sim um conceito construtivo. Quando se pretende construir com pré-moldado o que muda, é apenas o jeito de se construir, porque se passa ser menos passível de falhas por ser previamente planejado e projetado, portanto torna-se mais racional e compatível com as exigências da crescente industrialização na construção civil.

1.6 MÉTODO DA PESQUISA

A presente pesquisa de natureza descritiva teve os seguintes objetivos propostos, bibliográfica pertinente ao assunto; desenvolvimento do tema por etapas.

A primeira etapa foi constituída por discussão da justificativa, definição dos objetivos gerais e específicos, da metodologia de pesquisa, organização e aplicação do projeto. A revisão bibliográfica foi realizada através de consultas em artigos técnicos, publicações em livros e revistas, periódicos e dissertações. Essa revisão bibliográfica foi realizada através de pesquisas através da internet e pelo acervo técnico de bibliotecas.

Inicialmente a segunda etapa foi a integração do conhecimento do sistema construtivo *tilt-up*, pelos profissionais da construção civil em função das novas tecnologias empregadas na indústria da construção.

Os objetivos do projeto são constituídos por um estudo teórico e prático sobre a descrição por etapas de produção e aplicação.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso está descrito em 6 capítulos. No capítulo 1 foi desenvolvido uma breve introdução. A partir do capítulo 2 faz-se uma breve retrospectiva histórica, de onde surgiu o sistema construtivo *tilt-up*, até a chegada no Brasil.

O capítulo 3 são as principais tipologias e aplicações para ampliação do conhecimento de estudo.

No capítulo 4 descreve-se a forma de aplicação em dois sistemas construtivos *tilt-up*, vedação com fim estrutural e vedação sem fim estrutural.

No capítulo 5 são expostos os exemplos de obras no Brasil para os dois tipos de sistema construtivo, vedação com fim estrutural e vedação sem fim estrutural.

No capítulo 6 é feita a conclusão do projeto relevando os fatores.

2. BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICA

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 Emire*) de 1799, escrito pelo historiador Willian Eton. No livro o historiador cita um exemplo de construção onde um pedreiro com pregos e cordas marcava um, semi-circulo no chão, posicionava os blocos, fixava-os com um tipo de gipsita formando um arco e então erguia o arco em sua posição final. (RIVIERA et al., 2005, p.5).

No início do século XX, para a realização da obra do *Camp Logan Rifle Ranger, Illions* 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 prontas. Aiken aplicou essa técnica em diversos projetos dentre os quais se destaca uma Igreja Metodista em Zion, Illions, EUA, ano de 1909 (Figura 1). (RIVERA et al., 2010, p.5).

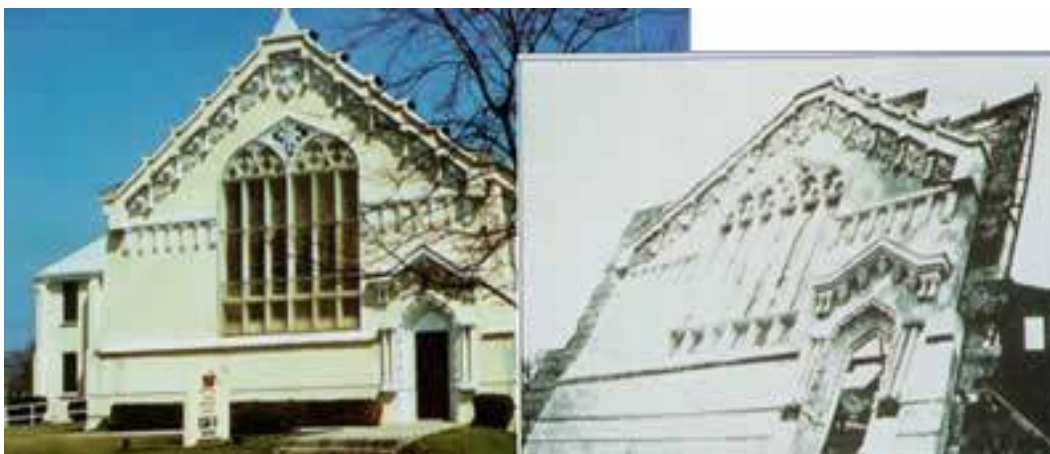


Figura 1 - Frontal da Igreja Metodista de Zion, EUA.
Fonte: EMPÓRIO DO PRÉ- MOLDADO, 2010.

A mesma, as paredes foram moldadas in-loco em uma base lisa composta de areia, com o concreto lançado das armações das portas e janelas. Com as paredes finalizadas e com o auxílio de uma talha e um primitivo guindaste, as paredes foram então içadas na posição final (RIVIERA et al., 2005).

Em 1986, a *Tilt-up* Concrete Association (TCA) estabeleceu procedimentos e normas para assegurar o crescimento continuado da qualidade e aceitação deste método de construção.

O *Tilt-up* foi inserido em 1965 no Brasil, inicialmente pela CINASA em São Bernardo dos Campos estado de São Paulo. A empresa investiu no sistema para a construção de unidades habitacionais, onde foram desenvolvidos três padrões de casas que atendiam três faixas distintas de poder aquisitivo. Esta mesma empresa optou por produzir elementos pré-moldados leves, os quais tornariam os custos mais competitivos na produção das casas. (VASCONSELOS, 1985).

A primeira obra executada no Brasil utilizando-se plenamente o sistema tilt-up, teve início em 1989, cujo projeto foi feito inteiramente nos EUA, e técnicos norte-americanos supervisionaram a construção com 210.000m² de área construída, 1000 apartamentos e edifícios de apoio, no município paulista de Cesário Lange, SP. (Figura 2).



Figura 2 - Sociedade Torre de Vigia, Cesário Lange - SP
Fonte: Empório do pré-moldado, 2010.

Segundo Francisco Caçador. O *tilt-up* foi importado dos Estados Unidos em 1993, onde o sistema já é usado a varias décadas. De acordo com dados da TCA (Tilt-up Concrete Association ou Associação do Concreto), 15% das construções industriais americanas são elaboradas com *tilt-up*. O mesmo cresce a uma taxa anual de quase 20%, sendo usado em mais de 650 mil metros quadrados de construção, a cada ano. São quase quatro mil edifícios e cinquenta milhões de metros quadrados construídos por ano nos Estados Unidos com o *tilt-up*. Desde

1993, a Walter Torre Jr. construiu, no Brasil, cerca de um milhão de metros quadrados. (Construtora Walter Torre Jr, 1999).



Figura 3 - Mercado do tilt-up no mundo.
Fonte: Empório do pré-moldado

Hoje em todo no mundo, há um número crescente de arquitetos, engenheiros, construtores e proprietários em busca de soluções inovadoras, para quaisquer finalidades, exigindo beleza, preço, eficiência, segurança e versatilidade. Além de Estados Unidos, México, Canadá, Austrália, Nova Zelândia e África do Sul, o sistema *Tilt-up* vem sendo usado de forma crescente no Brasil, onde já ultrapassa os 2 milhões de m². Hoje, edifícios construídos com a tecnologia *Tilt-up* simbolizam os princípios sensatos de Longevidade, Eficiência e Atrativos. (Construtora Diase, 2010).

3. PRINCIPAIS TIPOLOGIAS E APLICAÇÕES DO TILT-UP

Segundo Manual Munte, Pine (2004), existe 4 grandes linhas de atuação nos pré-fabricados inclusive *tilt-up*:

- a) Galpões – Os galpões caracterizam-se por estruturas em que predominam os grandes vãos livres para ocupação interna. Normalmente são estruturas sem pavimentos intermediários, protegidos por coberturas em telhas com suportes metálicos ou de concreto. Como mostra a Figura 4.



Figura 4 - Galpão executado com sistema construtivo *tilt-up*.
Fonte: Empório do pré-moldado

- b) Edificações horizontais caracterizam-se por maiores dimensões horizontais (em planta) do que na altura da edificação. São edificações que ocupam grandes áreas, com poucos pavimentos. Como exemplo tem-se os shopping Center, grandes lojas e os supermercados. Como mostra a Figura 5.



Figura 5 - Loja Carrefour executado com *tilt-up*.
Fonte: Construtora Diase

- c) Edificações Verticais - Podem ser prédios residenciais, comerciais, escolas e hospitais. Vem ganhando espaço com a introdução dos pré-fabricados até mesmo na composição de elementos de fachada ou de pré-lajes e pré-vigas ganhando economia em escoramento de estruturas. Como mostra a Figura 6.



Figura 6 - Prédio com placas de *tilt-up*.
Fonte: Infraestrutura.enge

- d) Edificações Mistas - São aquelas que integram dois ou mais sistemas construtivos em qualquer dos tipos anteriores de edificações. Nesse grupo encontram-se os supermercado e Shopping Center com grandes áreas em lajes (estacionamento no subsolo), pés-direitos enormes, cobertura em telha de concreto ou estrutura metálica, com absoluto conforto interno graças a incorporação de elementos de revestimento de acabamento combinados. Como mostra a Figura 7.



Figura 7 - Centro comercial. Integração entre dois sistemas construtivos (aço e *tilt-up*).
Fonte: Empório do pré-moldado

Dentre inúmeras vantagens podemos destacar:

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.
- d) 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.
- e) Versatilidade: Na confecção de paredes, na inclusão de sistemas especiais, na aplicação de coberturas sofisticadas.
- f) 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 pedras, tijolos, além de muitos outros efeitos decorativos.

- g) 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.
- h) Conforto Acústico e Térmico: Se o edifício estiver em área ruidosa, ou abrigar um processo industrial ruidoso, 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.
- i) 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.
- j) Custos com seguro menores: O concreto fornece maior resistência ao fogo que outra estrutura convencional, principalmente comparado com estruturas metálicas.

4. DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO *TILT-UP*

4.1 *TILT-UP* COM FUNÇÃO ESTRUTURAL

4.1.1 Projeto

Para que seja adquiridos parâmetros de economia, faz-se necessário a integração entre o engenheiro e o arquiteto. Tal integração é essencial para que seja possível dividir as paredes em painéis para que possam ser içados. (RIVERA et al., p.10, 2009). Após este estágio parti-se para a elaboração do projeto de paginação dos painéis, determinando as aberturas de portas e janelas, o local das juntas de união entre os painéis, a altura clara do prédio, as disposições do telhado para que apóie sobre a estrutura.

Lembrar-se sempre que o painel trabalha como uma placa, pilar ou mesmo, muro de arrimo ou todas essas funções simultaneamente. Por mais simples que o seja o painel *Tilt-up*, deve ser bem analisado.

Na hora de projetar, é preciso atender as normas brasileiras NBR 9062 (BRASIL, 2005) (para pré-moldados), NBR 6118 (BRASIL, 2007) (para concreto armado) e a americana ACI – 318 (USA, 2008), (especifica para o sistema *tilt-up*).

Segundo a NBR 9062, define-se como pré-moldado e pré-fabricado:

- a) Pré-moldado – Elemento que é executado fora do local definitivo de utilização, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, sem a necessidade de pessoa, laboratório e instalações similares próprias.
- b) Pré-fabricado – Elemento produzido fora do local definitivo da estrutura, em usinas ou instalações análogas que disponha de pessoal e instalações laboratoriais permanentes para o controle de qualidade.

Segundo a NBR 6118 (BRASIL, 2007), define-se como elementos de concreto armado:

“Aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplica alongamento das armaduras antes da materialização dessa aderência.”

4.1.2 O Dimensionamento das Placas:

Devem-se levar em conta as cargas verticais como: o próprio peso no momento do içamento (faz parte da dimensão da placa), as cargas de laje e coberturas, (função de travar a estrutura). Cargas horizontais: ações do vento na hora da montagem (plano de escoramento), e ações do vento depois de prontas, (flexão no plano do painel, devido à interferência do contraventamento). (REVISTA TÉCNICA, 2008). A estabilidade da parede está nos apoios da estrutura de cobertura e na laje, como visto na Figura 8.

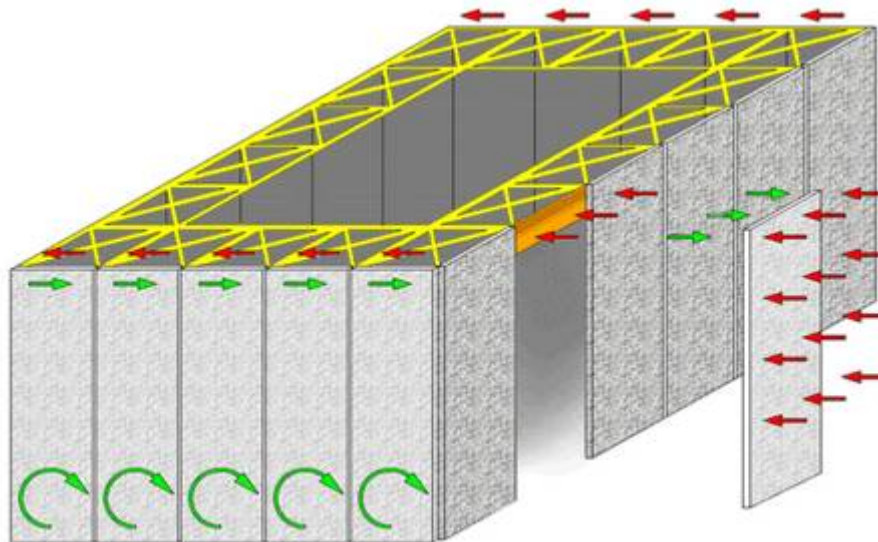


Figura 8 - Travamento da estrutura
Fonte: ABCP

4.1.3 - Içamento e montagem dos painéis

Os painéis são montados independentes, para evitar trincas e rachaduras, com a movimentação da estrutura, o concreto normalmente utilizado tem o f_{ck} maior que 25MPa ou 250kgf/cm² e aço CA-50 (Barras de aço com superfície nervurada, obtidas por laminação a quente de tarugos de lingotamento contínuo e utilizados em armaduras para concreto armado), por ser indicado para armaduras longitudinais como vigas, pilares, estacas e blocos. As dimensões medias dos painéis são de 5x18 m e espessura de 12 a 15cm. Os mecanismos para escoramento (escoras de aço) e solidarização das partes, são planejados nesta etapa (REVISTA TÉCNICA, 2008).

Na Figura 9 apresenta-se a envoltória do momento fletor segundo os planos de içamento.

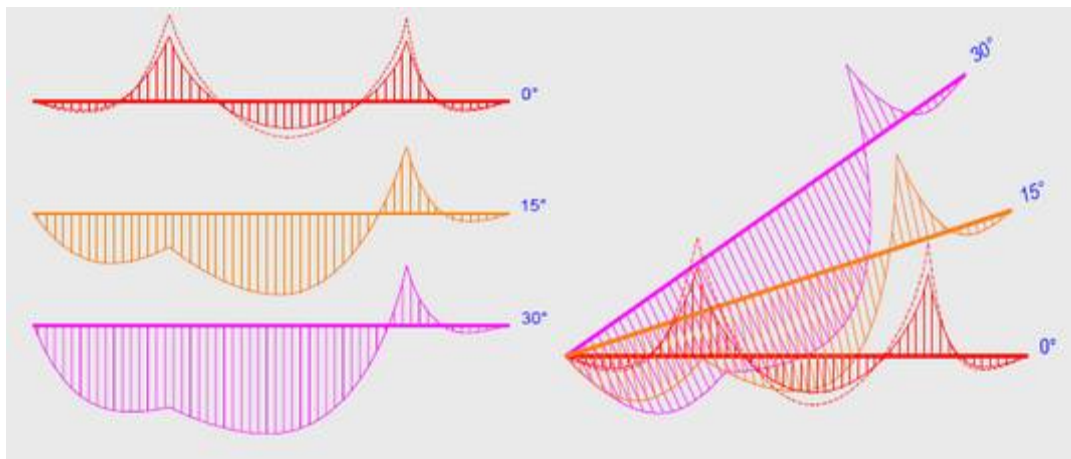


Figura 9 - Representação diversa das forças no içamento da placa
Fonte: PEREIRA, 2005

Segundo Borges, 2006. As placas são dimensionadas conforme sua disposição e esforços recebidos. Deve ser definido em calculo estrutural com uma concentração de esforços, esse fator contribui decisivamente para a alteração na especificação do concreto dos painéis.

4.1.3 Piso

A qualidade do piso é de grande importância para o sistema *Tilt-up*, pois é o marco inicial da obra sendo nivelado a laser, resistindo à flexão, compressão, e abrasão, bem como apresentar acabamento final liso. Sendo, portanto bem ao contrario dos demais sistemas onde o piso é geralmente o final da obra.

Após a confecção do piso, as formas e armação dos painéis são montadas sobre o piso. Um desmoldante adequado é de suma importância. Nesta etapa são feitas as aberturas de portas e janelas, bem como frisos ou texturas decorativos. Como visto nas Figura 10.



Figura 10 - Concretagem dos painéis sobre o piso.
Fonte: (Construtora Diase).

Na concretagem do painel são inseridos em determinadas posições inserts na forma. Por serem metálicos, atuam como ponte de ligação através de solda entre a cobertura e o painel, entre pilares e painel e até mesmo entre duas placas. Como mostra na Figura 11.



Figura 11 - Inserts para fixação com a estrutura metálica da cobertura
Fonte: Wtorre engenharia e construção

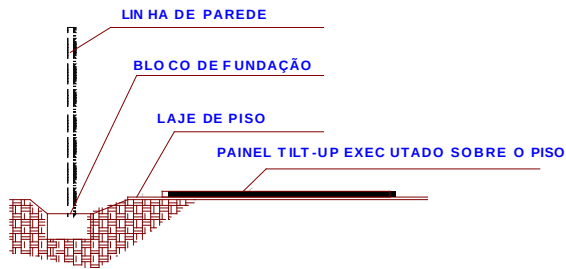
Momento em que são soldados os inserts metálicos entre placas e pilares, como é demonstrado na Figura 12.



Figura 12 - Ligação dos painéis com inserts metálicos
Fonte: tilt-up.blogspot.com

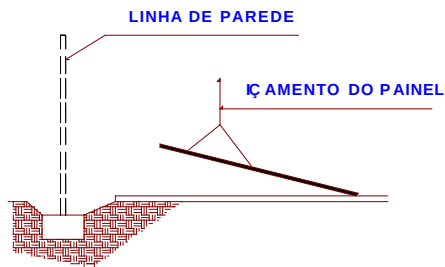
Quando se executa os painéis, espera-se pelo tempo de cura de 5 a 7 dias, os mesmos são içados por um guindaste e posicionados sobre as fundações ou dormentes, onde serão escorados, o fechamento completo se dá por meio de um selante que cobre as emendas. Após a execução das lajes essas que poderão ser no sistema steel deck ou lajes pré-moldadas do tipo alveolares ou apenas em cobertura metálica, qualquer um destes deverão ser solidarizados nos painéis, dando a estrutura estabilidade, só após esta etapa é que serão retiradas as escoras. As juntas entre os painéis são seladas e protegidas contra as intempéries.

1



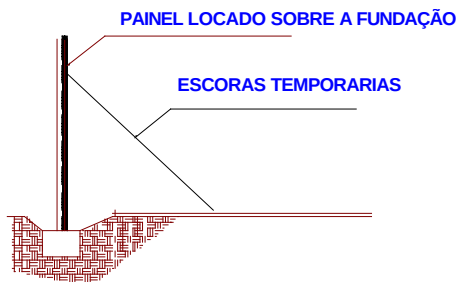
Painel concretado sobre o piso nivelado o Bloco de fundação e pilares pré-moldados, devem estar locado antes da confecção do painel.

2



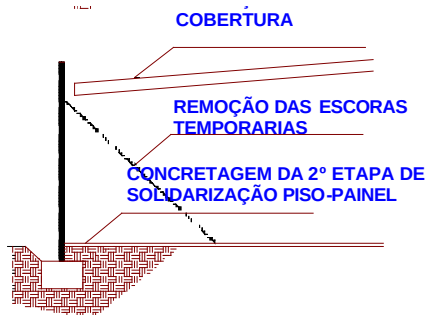
Içamento do painel com maquinário adequado, parte que exige atenção dos profissionais para o alinhamento do painel.

3



Escoras temporárias metálicas fixadas no piso, para sustentação do painel na posição vertical, aguardando o travamento da cobertura.

4



Com o travamento, a cobertura é soldada nos inserts metálicos concretados dentro do painel, após esta etapa pode-se retirar as escoras provisórias.

Figura 13 - Ordem de montagem do PAINEL tilt-up
Fonte: empório do pré-moldado.

4.2 ETAPAS DE EXECUÇÃO

Segue abaixo etapas da execução do sistema construtivo *Tilt-Up*:

ETAPA 01

- Sondagem do solo;
- Análise do tipo de fundação a ser adotado ex: sapatas, estacas, tubulão;
- Preparo e regularização do terreno. Quando necessário maquinário tipo: patrol, pá carregadeira, retro escavadeira, rolo compactador e outros.
- Execução de serviços preliminares como: Montagem do canteiro de obra.



Figura 14 - Sondagem



Figura 15 - Terraplenagem



Figura 16 - Nível

ETAPA 02

- Pilar pré-moldado em concreto armado deve estar de acordo com o projeto estrutural fazendo parte do sistema construtivo *tilt-up*;
- Os dormentes pré-moldados são postos nas faces laterais dos pilares, e distribuídos no perímetro das placas a serem içadas;
- A função dos dormentes é receber as cargas verticais dos painéis *tilt-up*, e ao mesmo tempo não deixar que o mesmo fique em contato direto com o solo.



Figura 17 - Dormentes

ETAPA 03

- Piso nivelado com equipamento de última geração a laser,
- Resistente a flexão, compressão e abrasão, com planicidade e acabamento;
- Concreto usado no piso deve ser com um controle de qualidade dosado em central de concreto.



Figura 18 - Piso

ETAPA 04

- Topógrafo conferindo o nivelamento do piso, e alinhamento para montagem das formas das placas pré-moldadas.



Figura 19 - Topografia

ETAPA 05

- Marcação no piso para montagem das formas ;
- As Formas são montadas e travadas sobre o piso, definindo o desenho da estrutura do painel, e suas respectivas aberturas de vãos de portas e janelas como mostra a figuras 20.



Figura 20 - Marcação das Formas

ETAPA 06

- Nesta etapa o desmoldante é utilizado no piso e na forma lateral para o deslocamento da placa para o içamento,
- A armação de aço, os inserts metálicos de ligação com o telhado os ganchos de içamento, os espaçadores para o cobrimento nominal das faces laterais, e regularização da malha de aço são conferidos antes da concretagem.



Figura 21 - Ferragem nas Formas

ETAPA 07

- Concretagem dos painéis, bombeado através de um caminhão betoneira (Figura 22);
- Concretagem dos painéis, direto por um caminhão betoneira (Figura 23);
- É importante para esta etapa verificar o concreto pedido em projeto (placas de concreto armado *tilt-up*, quanto a resistência pedida);
- Deve-se dar atenção ao slump test, para saber a trabalhabilidade do concreto e moldagem dos corpos de prova para o controle tecnológico de resistência.



Figura 22 - Concreto usinado bombeado



Figura 23 - Concreto usinado

ETAPA 08

- Com a peça concretada a cura é um fator importante para que o concreto possa adquirir resistência desejada, o período de cura fica em torno de 5 a 7 dias;
- Deve-se usar uma máquina de acabamento na placa, para manter a planicidade e regularização. Como mostra a Figura 25.



Figura 24 - Placa Concretada



Figura 25 - Acabamento do painel

ETAPA 09

- Placas prontas para serem içadas (figura 26);
- Nesta etapa podem ser incorporados os revestimentos ou somente um impermeabilizante na parte externa do painel que ficara exposta as intempéries;



Figura 26 - Painel pronto



Figura 27 - Painel pronto

ETAPA 10

- Dependendo de seu tamanho o painel pode ser içado por: guindaste, grua, caminhão muque;
- Na posição final, são verificados prumo e alinhamento. Posteriormente são posicionadas as escoras metálicas travadas no piso.
- Os elementos de cobertura fará com que a estrutura fique travada.



Figura 28 - Içamento do painel



Figura 29 - Painel com escoramento metálico

4.3 TILT-UP: VEDAÇÃO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL

Os painéis arquitetônicos de concreto chegaram ao Brasil na década de 70. Mas somente nos últimos 10 anos vem se popularizando. Uma das principais vantagens do sistema é a eliminação de guias e balancins, ou seja, não expõem operários em situação de risco, em relação ao custo o empreendedor ganha com a redução da mão de obra e etapas de execução. Os painéis mais utilizados são os maciços, que proporciona conforto térmico e acústico, há uma diversidade de tipos de painéis como cores, texturas, modulações e dimensões.

Em geral a altura máxima é de 3,15m e largura varia em torno de 7m, exigindo equipamentos de carga e montagem, como guias e guindastes que são necessários para o içamento dos mesmos. (PINIWEB – As vantagens dos painéis de concreto industrializados, Ed. 2003).

Os painéis de vedação não têm função estrutural, são fixados na estrutura principal do edifício, de modo a preencher os vãos entre os elementos estruturais, e o carregamento causado pela ação do vento e peso próprio é transferido para a estrutura. A principal vantagem é a remoção do painel sem afetar a estabilidade estrutural da edificação. (SERIE MANUAL DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - PAINEL DE VEDAÇÃO, 2004).

O sistema tem dois detalhes importantes e básicos para o bom desempenho da fachada: vedação das juntas, com a utilização primeiramente do *primer* e o sistema de fixação da estrutura. Quando realizados adequadamente esses dois quesitos, conferem qualidade e desempenho a fachada. (SERIE MANUAL DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - PAINEL DE VEDAÇÃO, 2004).

A. Vedações:

- O sistema de fachadas foi desenvolvido para “revestir” a edificação externamente. A interface entre as tolerâncias admitidas pela estrutura e as medidas de projeto, ocorre no sistema de fixação, e não nas juntas entre peças. Geralmente as juntas horizontais e verticais tem 1 cm de espessura,

medidas suficientes para serem preenchidas por mastiques. (Vedante impermeabilizante flexível que não seca).

B. Interface com o caixilho:

As dimensões dos caixilhos são determinadas pelo projeto de arquitetura, uma saliência (dente), normalmente é previsto em projeto, tem a função de impedir mesmo que haja infiltrações entre o caixilho e o vão do elemento de concreto, a percolação de umidade para dentro da edificação, Figura 30.

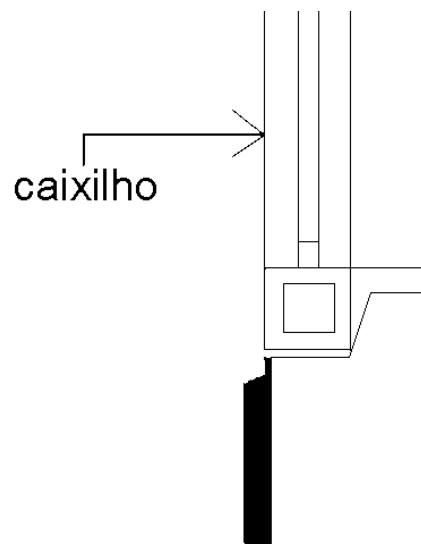


Figura 30 - Detalhe do dente em concreto na região de fixação do caixilho.
Fonte: Manual Munte.

C. Folgas com a estrutura:

Para o caso de estrutura moldadas *in loco*, onde ocorrem desaprumos significativos dos pilares, a folga de projeto (em planta) deve ser de 35 mm. Como as fachadas são montadas mantendo o alinhamento vertical, as folgas geralmente existem e geram espaço vazio entre a fachada e a laje da estrutura, este espaço deve ser preenchido com material inerte e não combustível obrigatório para aprovação dos bombeiros.

D. Informações nos desenhos:

Os projetos gerais nas obras de painéis de fachada devem resolver a interface da estrutura com as peças de fachada, bem como a montagem e fixação se caso houver a necessidade de insertos metálicos na estrutura.

A produção dos painéis de concreto de vedação constitui-se por uma dosagem experimental, cuidadosamente estudada sendo necessário avaliar as qualidades e propriedades dos materiais em função da característica e desempenho especificado em projeto. Em geral as misturas contém agregados com dimensões máximas inferior a 20mm, no caso de não haver revestimentos o teor de finos deve ser suficiente para o acabamento superficial desejado. (DAWSON, 1995; KISS, 2000).

Para a moldagem do painel há a escolha de dois tipos de formas, de madeira para painéis mais simples, e com menor custo na fabricação, reaproveitamentos inferiores entre 30 a 60 vezes. As formas de aço com custo considerável, mas que possibilita maior precisão na moldagem, podendo ser reutilizáveis em ate 150 vezes. (DAWSON, 1995; BROOKES, 1998).

Os elementos e os componentes das construções estão sujeitos a variações de temperatura, sejam sazonais ou diárias, que resultam em ciclos de variação dimensional (dilatação ou contração), e mudanças higroscópicas que também provocam variações dimensionais devido ao aumento ou diminuição do teor de umidade do material. Essas movimentações levam ao aparecimento de fissuras, comprometendo o desempenho das edificações. (THOMAZ, 1989; HUTCHINSON et al., 1995; VEKEY, 1998). As juntas têm por finalidade que essas expansões e contrações ocorram sem afetar a integridade dos constituintes do sistema de vedação.

As juntas constituem as linhas de separação horizontais e verticais entre os painéis de concreto justapostas ou sobrepostas, devendo ser de alguma forma seladas.

Os painéis devem ser projetados de modo que tubos de drenagem sejam previstos e colocados no molde antes da drenagem, para permitir a remoção da umidade que por ventura apareça na sua face interna devido a condensação ou penetração de chuva. Estes drenos como na Figura 32 não deve ter menos que 13 mm de diâmetro interno para prevenir obstruções, sendo também recomendável

projetá-los no mínimo 13 mm a frente do painel para evitar o aparecimento de manchas na superfície, ou direcioná-lo para uma junta horizontal (BROOKE, 2010).

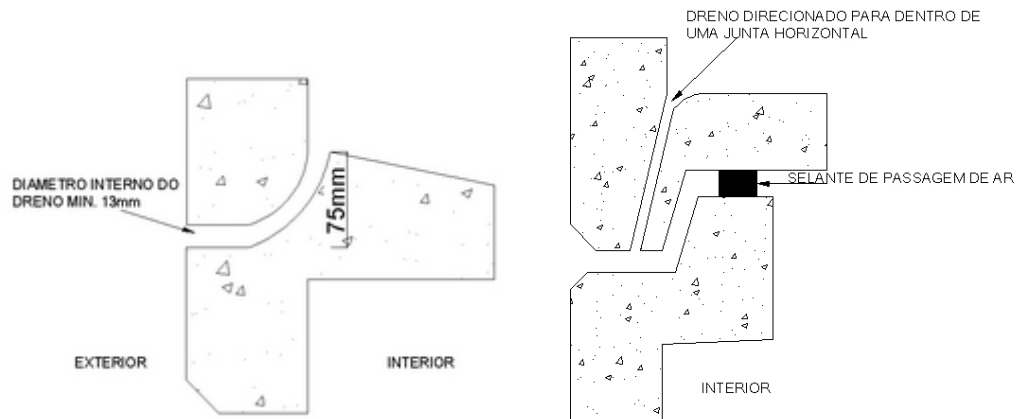


Figura 31 - Detalhes em corte de alternativas de posições dos tubos de drenagem (Fonte: BROOKES, 2010).

5. EXEMPLOS DE OBRAS EM *TILT-UP* NO BRASIL

5.1 OBRAS COM O SISTEMA *TILT-UP* PARA FIM DE VEDAÇÃO ESTRUTURAL

A - Laboratório Alemão:

Nas Figuras 34 são apresentadas um galpão executado para um depósito de medicamentos, com área de 17.197m^2 , em um terreno de 60.640m^2 . Foi iniciado em novembro de 2006, o terreno exigiu estaca raiz por apresentar o lençol freático próximo a superfície e baixa coesão do solo, os painéis são os mais altos noticiados no Brasil com 18m de altura.



Figura 32 - Laboratório Alemão, Aquiraz – CE

B - CD da Volkswagen:

Conforme Figura 33 executou-se um centro de distribuição da Volkswagen, com área de construção de 132 mil m^2 , esse é o maior centro de distribuição localizado fora da Alemanha, o prazo para termino foi de 10 meses, o mesmo tem $260 \times 480\text{m}$ de área interna.



Figura 33 - Centro de distribuição da Volkswagen em Vinhedo-SP.
Fonte: Walter Torre Jr Construtora, 2010.

C - Salão de Convenções e Lojas:

De acordo com a Figura 34, com área construída de 25 mil m², em um terreno de 36 mil m², foram edificadas, 16 galpões, com pé direito de 10m de altura, cujo o mesmo tem lojas de conveniência, prédio para apoio de caminhões. Todos os galpões permitem estacionamento de carretas para carga e descarga.



Figura 34 - Salão de Convenções e Lojas, Indaiatuba - SP
Fonte: NR CONSTRUTORA, 2010.

5.2 OBRAS COM SISTEMA *TILT-UP* PARA FIM DE VEDAÇÃO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL

D - Supermercado Makro PALMAS-TO:

Nas Figuras 35 e 36 obra executada com painéis de vedação com: EPS (isopor), malhas de aço e concreto fazendo a função do reboco nas faces laterais. Os painéis por serem de dimensões menores, foram moldados em uma central fora da obra e transportados em caminhões até a mesma, o tempo de execução final do empreendimento foi de 4 meses.



Figura 35 - Supermercado Makro
Fonte: Foto tirada em 12/08/2009.



Figura 36 - Supermercado Makro Palmas-TO
Fonte: Foto tirada em 12/08/2009.

Nas Figuras 42 e 43 segue os painéis de vedação do Supermercado Makro já executado de acordo com o projeto, com os devidos acabamentos como: esquadrias, pintura e revestimento cerâmico.



Figura 37 - Supermercado Makro Palmas-TO
Fonte: Foto tirada em 09/03/2010.

E - Instituto Metodista:

No empreendimento Figura 44, foram usados painéis maciços de concreto de 35 MPa. Os painéis pesam 338 a 345 kg/m², com espessura de 13,5 a 15cm. O acabamento foi com concreto aparente, com e sem pigmentação. Foram fixados por meio de insertes metálicos soldados na estrutura;



Figura 38 - Instituto Metodista, São Bernardo do Campo - SP
Fonte: Pineweb .

6. CONCLUSÃO

A elaboração desta pesquisa, embasado no trabalho de construtoras e autores, que defendem o uso do sistema construtivo *tilt-up*, o Brasil atualmente passa por fase de estruturação da construção civil, sendo “alimentado” por novas técnicas construtivas. Foi demonstrado que os painéis de concreto pré-moldado *tilt-up* é uma solução para viabilizar no quesito tempo de execução, redução significativa da mão-de-obra e controle de qualidade.

Com base no estudo realizado percebeu-se, que o *tilt-up* tem amplas tipologias e aplicações, não estando restrito a uma arquitetura moderna. O mesmo já vem sendo utilizado nos grandes centros urbanos. Não é mais necessário importar qualquer tipo de material para execução do *tilt-up*, existem no Brasil fornecedores de insertos e escoras.

Para por em pratica o uso do *tilt-up*, é importante um planejamento das partes constituintes, do piso ao travamento final da estrutura. Referente ao tipo de maquinário para içamento das placas, dependera exclusivamente da dimensão das mesmas, podendo resolver o problema com caminhão muque, ao contrario se houver placas de grandes dimensões o uso de grua ou guindaste é de suma importância, esse planejamento devera ser levado em consideração, pois não são todas as localidades que possuem este tipo de equipamento, podendo gerar um custo elevado. As etapas de montagem dos painéis é um processo simples de execução, porém exige-se que tenha uma mão-de-obra qualificada em todos os aspectos.

Portanto vemos que cada vez mais a construção civil esta partindo para a modulação de pré-moldados em vários segmentos principalmente em grandes estruturas, não descartando que um futuro próximo esteja sendo usada mais assiduamente em obras de pequeno porte melhorando o déficit da industria da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP. **Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem.** Disponível em < http://www.abcp.org.br/sala_de_imprensa/noticias/3_tiltup_Oggi.pdf.> Acesso em 15 agosto 2009.

ABESC. **Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem.** Disponível em < http://www.abesc.org.br/sistemas_tUp.htm#.> Acesso em 25 agosto 2009.

As vantagens dos painéis industrializados. Disponível em < <http://www.pineweb.com.br>> Acesso em 27 agosto 2009.

Construtora Diase. Disponível em < <http://diase.com.br/> > Acesso em 10 maio 2010.

Carbone Construtora . Disponível em < <http://www.carboneconstrutora.com.br>.> Acesso em 27 agosto 2009.

COSTA, Rosa Cavalcante, CAMPOS. O processo de inovação tecnológica na construção civil: um modelo metodológico. p.312-320, 1992.

EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM/Sinduscon – Sindicato da construção. [20--]. 1 CD-ROM. il. color., 16cm.

Dall'Acqua Engenharia. Disponível em < <http://www.dallacqua.com.br>> Acesso em 29 agosto 2009.

Carbone Construtora . Disponível em < <http://www.carboneconstrutora.com.br>.> Acesso em 27 agosto 2009.

Construtora Diase. Disponível em < <http://diase.com.br/tecnologia2.php>.> Acesso em 02 abril 2010.

Empório do Pré-moldado. Disponível em < <http://www.emporiopremoldado.com.br/tiltup/tiltup.htm>.> Acesso em 23 março de 2010.

Instituto Brasileiro de Telas Soldadas. Disponível em < <http://www.ibts.org.br/noticias03.asp>> Acesso em 15 março de 2010.

ORDONEZ, J. A. F. Pre-Fabricación – teoria y práctica. Barcelona: Editores Técnicos; Asociados, 1974. v.1.

Portal do concreto. Disponível em < [http:// www.portaldoconcreto.com.br](http://www.portaldoconcreto.com.br)> Acesso em 28 agosto 2009.

PEREIRA, Vitor Faustino. *Pré-moldados no Sistema Tilt-up: Uma alternativa para a racionalização e qualidade das estruturas*. ABESC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA~

Pré-moldado de concreto. Disponível em < http://portal2.unisul.br/content/navitacontent_/userFiles/File/pagina_dos_cursos/Engenharia_Civil_Tubarao/TCC_2008-A/TCC_Marcus_da_Silva_e_Ezequiel_Sartor.pdf > Acesso em 28 setembro 2009.

Revista técnica. Disponível em < <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/131/artigo73352-4.asp>> Acesso em 29 agosto 2009.

Revista Qualidade na Construção - SindusCon/SP - nº 20 - Ano III - 1999.

REVEL, M. (1973). **La prefabricacion em la construccion**, 1.ed. Bilbao: Urmo. 457p.

ROEDER, L. G.; COSTA, R. A. da. **Capacitação dos operários da construção civil**. Prêmio Técnico Tecnólogo Empreendedor, Sebrae, 2008. 18p.

SERRA, S. M. B.; FERREIRA, M. de A.; PIGOZZO, B. N. A evolução industrial da construção civil em função do uso de pré-fabricados em concreto. (2004). 1 CD ROM.

THIAGO. B. I Pré-Moldado – Sistema Construtivo em Concreto Pre-moldado. 2006, pg. 57

THOMAZ, 1989; HUTCHINSON et AL., 1995; VEKEY, 1998: Paines de Concreto. Disponível em < <http://www.scribd.com/doc/18057467/Manual-de-Construcao-em-Aco-Paineis-de-Vedacao>> Acesso em 12 janeiro 2009.

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

Sistema de Montagem. Disponível em < <http://www.wtorre.com.br/engenharia/tecnologia.php>> Acesso em 27 agosto 2009.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1978) NBR 6118 – Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro. Revisão de 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1985). NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. São Paulo. Revisão de 2005.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (1986). ACI – 318, – Materiais, projeto e construção de concreto estrutural. USA. Revisão, 2008)

CIMINO, REMO. **Planejar para construir: Planejamento.** São Paulo:pini, 1987.

DAFICO, J. A... **Materiais de construção: Fabricação e concretagem.**Goiânia: UFG, CEFET, 1999.

FABRICIO, H. **Manual do engenheiro civil.** São Paulo: Livro técnico, 2004.

FRANCO, L. S.. **Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisas.** 1996. In: Curso de Formação em Mutirão. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.

FRANCO, L. S.. **Racionalização construtiva.** Departamento de engenharia construção civil da EPUSP.

LEMES ESPINELLI DE SOUZA, U.. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** São Paulo: Pini, 2005.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G.. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras.** São Paulo: Pini, 1996.

SOUZA, U. E.. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** São Paulo: pini, 2005.

VILELA DE ALMEIDA REGO, N.. **Tecnologia das construções.** Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 2002.

RIPPER, ERNEST. **Manual pratico de materiais de construção: Recebimento, transporte interno.** São Paulo:pini, 1995.

ANEXO I

DICIONÁRIO TÉCNICO

Mpa: Mega pascal;

Kgf/cm²: Quilo grama força por centímetro quadrado;

Fck: Resistência a compressão característica do concreto;

Insert: Chapa de aço retangular de ligação;

Dormentes: Base retangular de concreto;

Ton: Tonelada

Steel Deck: Laje composta por uma telha de aço galvanizado e uma camada de concreto;

tilt-up: Jogo de montar, painéis pré-moldados em concreto armado levantados em posição em torno do perímetro do edifício.