

N. CLASS. 624.18341
CUTTER R. 4674
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA CIVIL

HUGO LEONARDO REZENDE

**COMPARATIVO DE CUSTOS E TEMPO DE EXECUÇÃO DOS MÉTODOS
CONSTRUTIVOS TILT UP E SISTEMA DE PRÉ-MOLDADOS**

**VARGINHA
NOVEMBRO 2015**

Grupo Educacional UNIS

HUGO LEONARDO REZENDE

**COMPARATIVO DE CUSTOS E TEMPO DE EXECUÇÃO DOS MÉTODOS
CONSTRUTIVOS TILT UP E SISTEMA DE PRÉ-MOLDADOS**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação do Prof. M. Sc. Antônio de Faria.

**VARGINHA
NOVEMBRO 2015**

HUGO LEONARDO REZENDE
USO DO *TILT UP* COMO FORMA DE AGREGAR VALORES A OBRAS
INDUSTRIAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. M. Sc. Orientador Antônio de Faria

Prof. Armando Bellato

Prof. Leopoldo Freire Bueno

OBS.

RESUMO

Este trabalho aborda o uso do *tilt up*, como forma de agregar valores a obras industriais, que são paredes em concreto armado moldadas horizontalmente *in loco* a fim de substituir o sistema de pré-moldados vigas e pilares e alvenaria de vedação em um prédio administrativo do Centro de Distribuição Unilever Brasil na cidade de Pouso Alegre, apresentando suas características, rapidez na execução, qualidade, economia, segurança, estética, expansão, custos com seguros, sustentabilidades, conforto térmico e acústico, vantagens e desvantagens e ainda comparar os custos por estes dois métodos.

Palavras-chave: *Tilt up*. Alvenaria de vedação. Pilar. Viga.

ABSTRACT

This work discusses the use of tilt up, as a way to add value to industrial supplies, wich are walls in reinforced concrete molded horizontally in loco in order to replace the precast beams and columns and sealing system masonry in administrative building of the Distribution Center Unilever Brazil, in the city of Pouso Alegre, presenting their characteristics, speed of execution, quality, economy, security, esthetics, expansion, insurance costs, sustainabilities, thermal and acoustic comfort, advantages and disadvantages and also compare the costs for these two methods.

Keywords: Tilt up, Sealing masonry. Pillar, Beam.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Primeira placa em <i>tilt up</i> içada.....	16
Figura 02 – Fachada do prédio administrativo	20
Figura 03 – Fábrica e o prédio administrativo	20
Figura 04 – Vista lateral da igreja	21
Figura 05 – Vista superior da execução da igreja	21
Figura 06 – Fachada do armazém	21
Figura 07 – Vista interna da área de testes	21
Figura 08 – Fachada do prédio administrativo	22
Figura 09 – Galpão mais o prédio administrativo	22
Figura 10 – Vista interna do piso superior do prédio administrativo	22
Figura 11 – Fachada do prédio administrativo	22
Figura 12 – Placas curvas içadas	22
Figura 13 – Execução das placas curvas	23
Figura 14 – Rapidez na execução do <i>tilt up</i>	30
Figura 15 – Acabamento diferenciado	31
Figura 16 – Todas as placas executadas no chão. Aumento de segurança	31
Figura 17 – Içamento das placas	32
Figura 18 – Placas curvas	32
Figura 19 – Placas sem função estrutural permitindo expansão	33
Figura 20 – Içamento das placas	33
Figura 21 – Simples manutenção. Somente com pintura periódica	34
Figura 22 – Placas com isolante térmico acústico	34
Figura 23 – Selo Ambiental <i>LEED</i> , nível <i>SILVER</i>	35
Figura 24 – Execução do piso ‘sacrifício’	38
Figura 25 – Piso ‘sacrifício’ executado	38
Figura 26 – Fôrma de madeira sobre o piso	38
Figura 27 – Fôrma de madeira sobre o piso	38
Figura 28 – Detalhes arquitetônicos	39
Figura 29 – Detalhes arquitetônicos	39
Figura 30 – Aplicação do desmoldante	39
Figura 31 – Desmoldante aplicado	39
Figura 32 – Desmoldante aplicado	39
Figura 33 – Desmoldante aplicado	39
Figura 34 – Lançamento da armadura	40
Figura 35 – Lançamento da armadura	40

Figura 36 – Detalhe dos insertes de içamento	40
Figura 37 – Lançamento da armadura	40
Figura 38 – Detalhe do consolo dos painéis	40
Figura 39 – Detalhe do suporte da estrutura metálica	40
Figura 40 – Concretagem dos painéis	41
Figura 41 – Concretagem dos painéis	41
Figura 42 – Acabamento nas placas	41
Figura 43 – Acabamento nas placas	41
Figura 44 – Polimento das placas	41
Figura 45 – Lavando com máquina de pressão	41
Figura 46 – Lavando com máquina de pressão	42
Figura 47 – Lavando com máquina de pressão	42
Figura 48 – Início do içamento	42
Figura 49 – İçando as placas	42
Figura 50 – İçando as placas	42
Figura 51 – İçando as placas	42
Figura 52 – Painéis travados provisoriamente	43
Figura 53 – Painéis travados provisoriamente	43
Figura 54 – Painéis travados provisoriamente	43
Figura 55 – Painéis travados provisoriamente	43
Figura 56 – <i>Tilt up</i> travado com estrutura metálica	43
Figura 57 – Prédio administrativo 90% travado	43
Figura 58 – Detalhe final do <i>tilt up</i>	44
Figura 59 – Alvenaria mais antiga que existe	46
Figura 60 – Bloco de concreto	48
Figura 61 – Pilares pré-moldados	52
Figura 62 – Vigas pré-moldadas	52
Figura 63 – Vista Superior em 3D do Centro de Distribuição Unilever Brasil	56
Figura 64 – Vista Superior em 3D do prédio administrativo	56
Figura 65 – Vista da fachada em 3D do prédio administrativo	56
Figura 66 – Vista Superior em 3D do Galpão	57
Figura 67 – Vista da fachada do prédio administrativo	57
Figura 68 – Vista Superior do prédio administrativo	57
Figura 69 – Vista Superior do galpão e prédio administrativo	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – NBR 6136 – Dimensões padronizadas dos blocos de concreto.....	48
Tabela 02 – Comparação pelos dois métodos	59
Tabela 03 –Cronograma para andamento das atividades	62
Tabela 04 –Quantitativo de aço no método <i>tilt up</i>	64
Tabela 05 –Quantitativo de concreto para execução dos painéis	65
Tabela 06 –Quantitativo de forma para execução dos painéis	67
Tabela 07 –Quantitativo de materiais pelo método <i>tilt up</i>	68
Tabela 08 –Pré dimensionamento dos pilares e quantitativo de materiais	69
Tabela 09 –Pré dimensionamento das vigas e quantitativo de materiais	70
Tabela 10 –Quantitativo de alvenaria.....	72
Tabela 11 –Quantitativo de materiais pelo sistema de pré-moldados	72
Tabela 12 –Composição de custos para produção de 1 m ³ de <i>tilt up</i>	74
Tabela 13 –Composição de custos para produção de 1 m ³ de vigas e pilares	75
Tabela 14 –Composição de custos para execução de 1 m ³ de alvenaria de vedação	75
Tabela 15 –Volume total das placas	76
Tabela 16 –Volume total dos pilares e vigas.....	76
Tabela 17 –Quantitativo de alvenaria.....	77
Tabela 18 –Comparação de preço pelos dois métodos.....	77
Tabela 19 –Cronograma de execução do <i>tilt up</i>	78
Tabela 20 –Cronograma de execução dos pilares pré-moldados	80
Tabela 21 –Cronograma de execução das vigas pré-moldadas	82
Tabela 22 –Cronograma de execução da alvenaria de vedação	84

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1- Objetivos gerais.....	13
2.2- Objetivos específicos	13
3. JUSTIFICATIVA.....	14
4. APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	15
5. METODOLOGIA	16
6. HISTÓRIA DO <i>TILT UP</i>.....	17
7. O CRESCIMENTO DA TÉCNICA	20
8. CONSIDERAÇÕES GERAIS DO <i>TILT UP</i>	25
8.1- O local da obra.	26
8.2- Sequência da construção do <i>tilt up</i>	26
8.2.1- Geral.....	26
8.2.2- Programação.....	27
8.2.3- Fabricação dos desenhos.	27
8.2.4- Fabricação de um layout das posições dos painéis.	27
8.2.5- O piso ‘sacrifício’ ou definitivo.	28
8.2.6- A cura dos painéis <i>tilt up</i>	28
8.2.7- Preparo para o içamento.....	29
8.2.8- Após os painéis içados.	29
8.2.9- Analisando os painéis <i>tilt up</i>	29
8.3- Benefícios do uso do <i>tilt up</i> segundo DIASE (2013).....	31
8.3.1- Rapidez e custo.....	31
8.3.2- Qualidade e segurança.....	31
8.3.3- Versatilidade, beleza e expansão.....	32
8.3.4- Durabilidade, manutenção e redução de custos.	34
8.3.5- Conforto térmico e acústico.	35
8.3.6- Sustentabilidade.	36
8.4- Vantagens do <i>tilt up</i>	36

	10
8.5- Desvantagens do <i>tilt up</i>	37
8.6- A construção dos painéis <i>tilt up</i>	38
9. ETAPAS PARA EXECUÇÃO DOS PAINÉIS TILT UP.....	39
10. ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	46
10.1- História.....	46
10.2 Definição.....	47
10.3.1- O bloco.....	48
10.3.2- Outras condições dos blocos segundo NBR 6136.....	50
10.4- Vantagens da alvenaria de vedação.....	50
10.5- Desvantagens da alvenaria de vedação.....	51
11. ESTRUTURAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO.....	52
11.1- Projetos de estruturas pré-moldadas.....	53
11.2- Racionalização.....	54
11.3- Vantagens do uso do pré-moldado.....	55
11.4- Desvantagens do uso do pré-moldado.....	55
12. ESTUDO DE CASO.....	56
13. COMPARAÇÃO PELOS DOIS MÉTODOS.....	60
14. INDICADORES PARA COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	62
15. MÉTODO CONSTRUTIVO TILT UP X SISTEMA DE PRÉ-MOLDADOS E ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	63
16. CONSUMO DE MATERIAIS.....	64
16.1 Consumo de materiais pelo método construtivo <i>tilt up</i>	64
16.2- Consumo de materiais pelo sistema de pré-moldados e alvenaria de vedação.....	68
17. ORÇAMENTO.....	73
17.1- Composição de custos.....	73
17.2- Comparando valores.....	76
18. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	78
18.1 Cronograma de execução pelo método construtivo <i>tilt up</i>	78
18.2- Cronograma de execução dos pilares pré-moldados.....	80
18.3- Cronograma de execução da alvenaria de vedação.....	83

19. CONCLUSÃO.....	86
20. REFERÊNCIAS.....	87
ANEXOS.....	90

1. INTRODUÇÃO.

A execução de obras como edifícios de escritório, centro de distribuição, fábricas, armazéns e outras estruturas sejam elas comerciais ou industriais com o método construtivo *tilt up* está se tornando cada vez mais comum, pelo fato principal dos clientes necessitarem de uma obra executada de forma rápida, segura e com um grande custo benefício.

Portanto o estudo de caso apresentado nesse trabalho teve sua obra executada com a utilização da técnica *tilt up*. Este sistema pode ser fabricado para ser usado somente como uma estrutura de vedação ou também pode ser utilizado com função estrutural. No estudo de caso deste trabalho este sistema foi utilizado das duas maneiras. O galpão de armazenagem foi feito pelo sistema de pré-moldados de vigas e pilares e utilizado este sistema com função de vedação, substituindo a alvenaria de vedação. E no prédio administrativo que é o foco deste trabalho foi utilizado o sistema *tilt up* como um sistema construtivo estrutural, substituindo o sistema de pré-moldados de vigas, pilares e alvenaria de vedação.

Para dar continuidade com o trabalho, serão comparados os custos totais (materiais e execução) e ainda o tempo de execução pelos dois métodos.

O sistema de lajes e cobertura metálica não foi estudado neste trabalho pois o mesmo se aplica igualmente nos dois métodos de construção.

Portanto o método construtivo *tilt up* produzido de forma estrutural que foi utilizado neste prédio administrativo é baseado na execução de paredes de concreto armado, moldadas horizontalmente in loco, afim de substituir o sistema de pré-moldados de pilares, vigas e alvenaria de vedação.

2. OBJETIVOS

2.1- Objetivos gerais

Apresentar os métodos construtivos *tilt up* e o sistema de pré-moldados de pilares, vigas e alvenaria de vedação mostrando suas vantagens e desvantagens e rapidez na execução.

2.2- Objetivos específicos

Comparar custos totais (materiais e execução), além do tempo de execução dos dois processos dessa obra pelo método construtivo *tilt up* com o sistema de pré-moldados de pilares, vigas e alvenaria de vedação no prédio administrativo do Centro de Distribuição Unilever Brasil, na cidade de Pouso Alegre.

3. JUSTIFICATIVA

Para a escolha do melhor método construtivo em obras industriais de médio a grande porte é de fundamental importância conhecer os dois métodos de construção, analisando suas características, vantagens e desvantagens.

Assim sendo, o empreendedor visa sempre aliar todos estes aspectos com a economia e ganho de tempo.

Portanto a utilização do método construtivo *tilt up* para obras industriais de médio a grande porte, torna-se mais viável em relação ao sistema de pré-moldados de pilares, vigas e alvenaria de vedação em praticamente todos os aspectos citados acima.

4. APRESENTAÇÃO DO TEMA

Atualmente, os grandes empreendedores não visam somente sua obra acabada. Muitos deles estão preocupados com vários fatores como por exemplo a sustentabilidade, estética, segurança, custos futuros com seguros e manutenções, economias com conforto térmico e acústico e principalmente com a qualidade da obra.

Portanto, quando um empreendedor deseja-se construir ele faz uma pesquisa de mercado, avalia as possíveis construtoras, abre-se licitações e conseqüentemente tem-se as propostas de todas elas para projeto e execução de sua obra. As construtoras devem estar preparadas para entender as necessidades do cliente, e apresentar os variados métodos de construção que o seu empreendimento necessita, apontando todas as vantagens e desvantagens de todos os métodos.

O *tilt up* é uma forma de trabalho produzida *in loco*. Ele consiste em paredes de concreto armado, pré-fabricados em superfícies planas, como pisos definitivos, ou pisos sacrificios, em seguida içado para sua posição final com o auxílio de um guindaste móvel. Quando em posição final são travados provisoriamente até serem ligados a estrutura de cobertura.

É um método rápido, simples e econômico de construir, que tem sido amplamente utilizado em edifícios de um pavimento, e que recentemente está adaptado com sucesso para edifícios de até 4 pavimentos e galpões com pé direito de 15 metros. Hoje já existem estruturas executadas com até 30 metros de altura, mas o usual está nas placas de 10 a 15 metros de altura.

A economia do *tilt up* está na sua simplicidade de construção. Os fatores críticos deste método sempre devem ser tratados na fase de planejamento.

5. METODOLOGIA

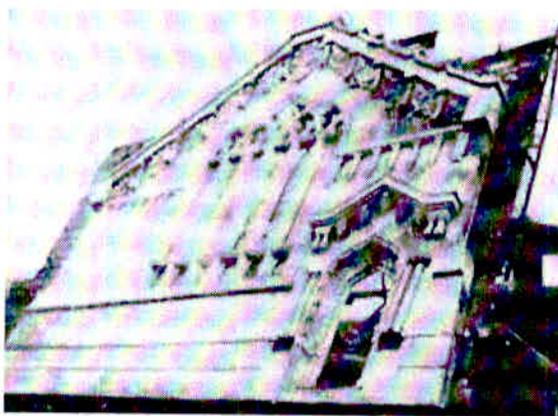
Realizar um estudo de caso no prédio administrativo do Centro de Distribuição da Unilever Brasil, que fica na cidade de Pouso Alegre, na margem da Rodovia Fernão Dias, próximo a fábrica da mesma. Para este estudo serão utilizados os conhecimentos adquiridos na execução da obra como assistente de engenharia, pesquisas em diversas referências, programas computacionais como Auto Cad e Excel para elaborar e pré dimensionar as estruturas. E ainda comparar custos e tempo de execução pelo método *tilt up* que foi realizado na obra com o sistema de pré-moldados de pilares, vigas e alvenaria de vedação. A laje e o sistema de cobertura metálica foram iguais para os dois métodos, por isso não foi comparado.

6. HISTÓRIA DO TILT UP

Robert Hunter Aiken foi o responsável por erguer o mais antigo edifício pelo método de construção *tilt up*, por volta de 1893 em *Camp Logan*, ao norte da cidade de *Zion*, no estado de *Illinois*, nos Estados Unidos.

Como naquele tempo as gruas móveis ainda não estavam disponíveis, o Sr *Aiken* desenvolveu uma mesa mecânica basculante, afim de erguer suas paredes.

Figura 01 – Primeira placa em *tilt up* içada.



Fonte (Dayton Superior 2015)

Ele é reconhecido por muitos como sendo o pai, do que hoje é conhecido como *tilt up*.

Em um artigo publicado por volta do ano de 1910, o Sr. *Aiken* relatou que dois homens foram capazes de erguer uma parede de 76 metros de comprimento por 27 metros de altura e 76 toneladas em 1 hora, usando a mesa mecânica basculante criada pelo mesmo. E ainda afirmou que usando este mesmo método ele levantou 15 estruturas em 5 estados diferentes. Seu método de construção foi reconhecido na época como “Método *Aiken*” de construção.

Apenas 2 edifícios hoje em dia são conhecidos por este método de construção daquela época, são eles, o *Memorial United Methodist*, uma igreja em *Zion*, no estado de *Illinois*, e o *Camp Perry*, que hoje é o maior campo de tiro ao ar livre do mundo, localizado perto de *Port Clinton*, em *Ohio*.

Em 1911, *Robert Aiken* usou seu método inovador chamado *Aiken Reinforced Concrete Company* para construir o *Paint Shop*, que continha 36 baias de

estacionamento ferroviário para a *Los Angeles Railway Company*. Este edifício é sem dúvida o maior da sua época, empregando o método construtivo *tilt up*.

Também em Los Angeles, no ano de 1910, o *Sr. Thomas Fellows* desenvolveu uma variante do sistema de *Aiken*, usado para desenvolver uma casa de demonstração. O *Sr. Fellows* lançou as unidades de paredes modulares horizontalmente e posteriormente as içou em seu lugar com o auxílio de um guindaste mecânico.

Em 1912, um arquiteto de San Diego, chamado *Sr. Irving Gill* usou a tecnologia de *Aiken* para executar a *House Banning* em Los Angeles e também o grande edifício *La Jolla Women's*.

No mesmo ano o *Sr Gill* comprou os direitos da patente da falida *Aiken Reinforced Concrete Company* e construiu seu próprio edifício usando essa tecnologia. No entanto este método já não estava sendo muito utilizado na construção civil, portanto, no ano seguinte o *Sr Gill* passou a não empregar mais este método.

O *Tilt Up Concrete Association (TCA)* é a associação comercial internacional sem fins lucrativos para a indústria da construção civil de *tilt up* e foi fundada em 1986 por um grupo dedicado de empreiteiros, profissionais e fabricantes com o interesse de melhorar a qualidade e a aceitação de *tilt up* no mercado.

Conhecida há pelo menos sessenta anos e aplicada numa escala que ronda os 15% das construções industriais em território norte-americano a tecnologia do *tilt up* vai conquistando seus espaços no Brasil. No princípio, esse era o terreno exclusivo da construtora Walter Torre Jr. Mais recentemente, a Dall'Acqua Engenharia entrou no negócio, em parceria com a americana *Con Steel*. E já se fala em diversificação ainda maior dos concorrentes, com a possível entrada de novos interessados nesse mercado promissor.

Em terras brasileiras, o *tilt-up* tem desde 1993 o carimbo da construtora Walter Torre Jr. Foi um pouco antes dessa época que o empresário Walter Torre Jr. começou a atuar no mercado de galpões industriais, desde o início com a ideia de fazer imóveis para locação, com projetos personalizados, que atendessem às necessidades específicas de cada cliente, e contratos de longo prazo.

Só após ter encontrado um cliente assim é que o construtor partia à procura de investidores para levantar os galpões, sempre com um locatário definido.

Para que esta sistemática funcionasse, rapidez de construção era imprescindível. O contrato estava assinado e o cliente queria o galpão pronto o mais rápido possível. Os métodos convencionais de construção não satisfaziam essa condição. Assim, a solução à mão foi trabalhar com os pré-moldados, já em 1987, com a fundação da construtora Walter Torre Jr.

Em 1993, em uma viagem aos EUA, o empresário descobriu o *tilt-up* e achou que era o método ideal para o seu tipo de negócio. Associou-se a dois institutos americanos especializados neste método construtivo, o *American Concrete Institute (ACI)* e a *Tilt Up Concrete Association (TCA)*. No início, com pouca experiência e desenvolvendo as técnicas, a Walter Torre Jr. trabalhou em alguns projetos conjuntos com a *Con Steel*, uma empresa americana que espalhou o *tilt-up* pelo mundo, inclusive com experiências na África. Nesses casos, a *Con Steel* trabalhava nos projetos, enquanto a Walter Torre Jr. se encarregava da construção.

É a mesma *Con Steel* que, agora, tem parceria com a Dall'Acqua Engenharia, uma construtora paulistana nascida em 1968, com um currículo de mais de 400 obras espalhadas por vinte estados brasileiros.

Essa técnica ainda precisa ser mais bem difundida para ser empregada em escala industrial e, atualmente, apenas cinco construtoras empregam esse método de construção no Brasil.

7. O CRESCIMENTO DA TÉCNICA

Inserido no Brasil há muitos anos, a tecnologia *tilt up* está em verdadeiro crescimento no país e cada vez mais os construtores estão entendendo e percebendo as vantagens desse sistema. Com o fruto desse processo, vem aumentando a quantidade de obras que se utilizam desse mecanismo construtivo em todas as regiões.

Esse sistema baseia-se na produção de placas de concreto armado em grandes dimensões, autoportantes, que têm função estrutural ou somente de fechamento. Essas paredes podem evidenciar as mais variadas formas e texturas, são moldadas em concreto armado e executadas no próprio canteiro de obras, utilizando a superfície do piso como fôrma na posição horizontal.

Conforme dizem alguns especialistas do setor, o sistema *tilt up* só não é mais usado no Brasil porque ainda falta um melhor conhecimento e domínio desta tecnologia por parte dos arquitetos e projetistas.

Segundo OGGI (2011), o *tilt up* oferece excelentes resultados em termos de criação, exclusividade e personalização, o que tem muito a ver com a criatividade e talento dos profissionais brasileiros.

No entanto, OGGI (2011) ainda avalia que esse potencial fica reduzido pela falta de recursos técnicos. Isso faz com que os projetistas sejam reféns das construtoras ou do engenheiro construtor.

OGGI (2011) ainda complementa que o sistema *tilt up* é apenas uma ferramenta, assim como existem outras, que quando são de domínio dos projetistas propiciam que sejam projetadas obras que se distinguem.

Uma das principais saliências deste sistema *tilt up* é a sua imensa versatilidade e a possibilidade de ser aplicado em qualquer tipo de construção, seja comercial, industrial ou residencial.

Outro ponto profundamente positivo para um país com as dimensões continentais do Brasil é que diferentemente de outras técnicas construtivas, o *tilt up* não necessita do transporte do produto de um centro fabricante até o local da obra, uma vez que se transporta apenas a tecnologia, o conhecimento.

Este aspecto pode ser uma das explicações para o fato desse sistema já estar difundido em países também continentais como Canadá, Estados Unidos, México e Austrália.

A (TCA) *Tilt Up Concrete Association*, visando expandir a ampla diversidade de possibilidades do seu uso promove anualmente o concurso *Tilt Up Awards*, onde são premiadas as obras já executadas que se sobressaem pelo uso da tecnologia. Segue abaixo os 5 últimos ganhadores dos prêmios:

2010

Figura 02 – Fachada do prédio administrativo.



Fonte (TCA) 2015.

Figura 03 – Fábrica e o prédio administrativo.



Fonte (TCA) 2015.

Em 2010 a empresa premiada pela TCA no quesito fábrica de produção foi a *Bedrock Quartz* que é uma empresa que produz bancadas em granito em Utah, nos Estados Unidos. Foi executado um prédio administrativo em conjunto com a fábrica de aproximadamente 8 000 metros quadrados.

No detalhe uma parte dos escritórios em aço e vidro parecendo estar saindo para fora da estrutura. Segundo a gerência da empresa desde quando ela se mudou para o novo prédio os negócios aumentaram e os processos internos tem sido mais eficientes e houve também um aumento moral dos funcionários.

2011

Figura 04 – Vista lateral da igreja.



Fonte (TCA) 2015

Figura 05 – Vista superior da execução da igreja.



Fonte (TCA) 2015.

No ano de 2011 no quesito obras religiosas a obra premiada foi uma igreja em Colorado nos Estados Unidos. Esta estrutura em tilt up foi revestido em paisagem natural e continha 3 pavimentos.

2012

Figura 06 – Fachada do armazém.



Fonte (TCA) 2015

Figura 07 – Vista interna da área de testes.



Fonte (TCA) 2015.

O tempo de execução deste edifício foi de 6 meses com placas de 20 metros de altura composto por área administrativa mais o armazém. Este sistema necessitava de um isolante térmico mais o concreto armado que totaliza uma espessura de 45cm e foi facilmente implantado pela facilidade que a tecnologia proporciona pois havia um hall de teste usado para ascender fogueiras para desenvolver tecnologias de supressão ao fogo. Este foi um projeto *Leed Gold Certified*.

2013

Figura 08 – Fachada do prédio administrativo.



Fonte (TCA) 2015

Figura 09 – Galpão mais o prédio administrativo.



Fonte (TCA) 2015.

Figura 10 – Vista interna do piso superior do prédio administrativo livre de pilares.



Fonte (TCA) 2015.

O ganhador do ano de 2013 no quesito Centro de Distribuição foi o galpão mais prédio administrativo das casas Bahia em Arujá São Paulo com um vão livre do prédio administrativo de 26 metros por 85m.

2014

Figura 11 – Fachada do prédio administrativo.



Fonte (TCA) 2015

Figura 12 – Placas curvas içadas.



Fonte (TCA) 2015.

Figura 13 – Execução das placas curvas.



Fonte (TCA) 2015

Quando a construtora Diase foi contratada para este projeto, ele consistia num edifício feito por blocos de concreto. Como a construtora é especialista no sistema construtivo *tilt up* e reconhecendo as preocupações dos clientes sobre impactos ambientais, custo e tempo de execução, a construtora aconselhou o cliente a aderir este sistema como solução final para atender as necessidades do cliente.

Entendendo as necessidades arquitetônicas do cliente a construtora desenvolveu pela sua primeira vez os painéis curvos sendo assim o principal desafio para a construtora. Detalhes como frisos horizontais e as texturas foram usados para iluminar a fachada.

O sucesso que o levou o projeto a ser premiado se destaca pela positiva racionalização ambiental que reciclou 90% dos materiais desperdiçados na obra e usou 100% da iluminação natural do galpão durante o dia, assim economizando energia.

O dono deste empreendimento é a Danfoss Brasil que é uma companhia global que vende produtos e serviços ao redor do mundo. Este galpão possui 20 000 metros quadrados de construção numa área de 36 000 metros quadrados e o painel mais alto possui 14 metros de altura.

8. CONSIDERAÇÕES GERAIS DO *TILT UP*

O painel de concreto *tilt up* é inicialmente suportado pelo chão, no caso um piso definitivo ou um piso 'sacrifício', executado somente para fabricação do mesmo e depois removido.

O painel deve ser fabricado próximo ao seu local definitivo, facilitando assim os trabalhos com o guindaste.

Segundo HARUNA (2011), neste sistema o piso é concretado e utilizado como forma para a execução dos painéis de concreto, que em seguida são levantadas até a posição vertical e escorados. Após a montagem da cobertura e travamento dos painéis o escoramento é retirado. No sistema *tilt up* os painéis de concreto servem como elemento estrutural ou de vedação.

HARUNA (2011) ainda diz que para se fazer a escolha certa do tipo de estrutura utilizada é preciso conhecer a necessidade do cliente. É ele quem irá selecionar o sistema que irá usar, mas a construtora é que deve informar as opções disponíveis no mercado e as vantagens e desvantagens de cada um. Porque, às vezes, a diferença de custo, que pode ser grande ou pequena, é vista pelo cliente como algo que agrega valor ao produto, tornando mais vendável e ajudando na locação mais rápida.

HARUNA (2011) ainda complementa que a escolha do sistema construtivo precisa ser feita antes do início das obras, ainda na fase de planejamento. "Não é possível mudar o sistema no meio do caminho, porque os planejamentos e sequência executiva são diferentes. Em um sistema convencional, a fundação é a primeira coisa a ser feita, depois é executada a estrutura e o fechamento do galpão, com a colocação da cobertura e o fechamento lateral. Por fim, é feito o piso interno já em um ambiente fechado. No sistema *tilt up*, um dos primeiros serviços a ser executado é o piso na periferia da edificação, que servirá de base para a concretagem dos painéis de concreto. Depois de levantar os painéis e cobrir o galpão, finaliza-se a execução dos pisos internos. A sequência do planejamento é totalmente diferente. É por isso que essa decisão tem que ser tomada antes".

Conhecer a atividade do locatário e o tipo de produto que será armazenado antes da construção do galpão pode colaborar com a definição do sistema construtivo ou de alguns itens.

“Por exemplo, no caso de produtos alimentícios e de higiene pessoal como os da Unilever que precisam ficar em uma temperatura constante de cerca de 23°C, pode ser necessário um sistema de ar-condicionado ou ventilação mecânica, que traria maiores custos com energia depois de pronto. Se o centro de distribuição tiver um fechamento lateral em telha simples, será necessário um sistema mais eficiente de condicionamento de ar se comparado ao painel de concreto”.

8.1- O local da obra.

Antes mesmo do início dos projetos, deve-se investigar o local da obra, procurando saber se não há escolas ou igrejas próximas, devido ao alto nível de ruído e também levar-se em consideração a poeira que a execução dos trabalhos possa gerar. Mas dependendo do local a ser construído deve antes ter em mãos o plano diretor do local, para saber se é permitido construir neste local.

8.2- Sequência da construção do *tilt up*.

8.2.1- Geral.

A natureza da construção do *tilt up* dita a necessidade de um planejamento prévio aprofundado.

A economia e o sucesso na construção do *tilt up* é realizado por uma operação eficiente no local de trabalho e envolve um planejamento cuidadoso com cada etapa da construção do edifício, sempre respeitando a sequência planejada.

8.2.2- Programação.

A sequência de construção e programação devem ser constantemente monitorados e controlados. A função desempenhada fora da sequência, geralmente impede a próxima função programada de prosseguir.

8.2.3- Fabricação dos desenhos.

Um conjunto completo de desenhos detalhados das placas é necessário para cada projeto *tilt up*.

Identificação geral das placas.

- Todas as dimensões.
- Todas as características físicas, incluindo o peso.
- Todas as armaduras de aço.
- Localização e identificação de todos os itens incorporados.
- Acabamentos e texturas.
- Ajustagem e informações dos *bracings*.

8.2.4- Fabricação de um layout das posições dos painéis.

A empresa responsável pela execução deste projeto deverá fabricar um bom layout definindo a sequência de fabricação e o melhor local para fabricação das placas de *tilt up*. Neste quesito deve-se ficar atento a vários pontos importantes.

- O local de fabricação dos painéis não poderá atrapalhar no andamento da obra, como passagem de caminhões e máquinas.
- Pensando no içamento das placas deve-se definir neste layout um local seguro e eficiente para esta operação.

- Este layout deve proporcionar acessibilidade para os caminhões betoneiras para concretagem das placas e também espaço para posicionamento dos guindastes que irão içar as placas.
- A fabricação destas placas deve ser feitas próximas ao seu destino final da estrutura.
- Deve ser feito um esforço para fabricá-los lado a lado se possível.
- Se precisar mover o painel para o seu destino final, essa distância deve ser a mais curta possível.
- Deve-se evitar caminhar longas distancias com os painéis.

8.2.5- O piso 'sacrifício' ou definitivo.

O local onde será executado as placas de *tilt up* deverão estar com a fundação completa. Este piso onde será trabalhado deverá ser executado sobre um solo resistente e bem compactado, pois as placas de *tilt up* geram grandes cargas sobre eles, portanto se não estiverem bem apoiados poderão gerar recalques e conseqüentemente imperfeições nas placas de *tilt up*.

A qualidade deste piso, quer seja ele 'sacrifício' ou um piso definitivo é de extrema importância para a qualidade das placas de *tilt up*. Qualquer imperfeição neste piso se espelhará nas placas.

8.2.6- A cura dos painéis *tilt up*.

A cura das placas *tilt up* é uma das fases mais importantes do processo. Existem vários produtos no mercado, cada um com seu desempenho. Deve-se ficar atento com a qualidade destes produtos.

A aplicação destes produtos deve-se começar imediatamente após a fase de acabamento nas placas, pelo fato da dissipação muito rápida da água do concreto e também devido a altas temperaturas.

Este produto aplicado tarde demais, faz com que a placa fique pouco permeável, não absorvendo a quantidade correta deste produto, tornando-se uma placa um pouco menos resistente.

8.2.7- Preparo para o içamento.

Com uma máquina de lavar, limpe toda a superfície do painel. Anexe todos os dispositivos de içamento e também as travas provisórias.

Cada painel deve ser numerado e claramente identificados de acordo com o layout de plano de sequência de montagem da estrutura.

O local correto da posição final da estrutura também deverá ser visivelmente identificado para não haver problemas em içar as placas em local errado.

Martelos, níveis a laser, policortes, cunhas e um conjunto de ferramentas de mão devem estar disponíveis no local de trabalho.

8.2.8- Após os painéis içados.

Antes da fixação definitiva com a estrutura metálica, a equipe de topografia deve estar à disposição para verificar se as placas estão alinhadas e niveladas.

Estando elas alinhadas e niveladas deve-se grautear toda a parte inferior que apoia na fundação, ficando bastante atento para não deixar nenhum vão sequer vazio.

8.2.9- Analisando os painéis *tilt up*.

Quando o painel *tilt up* é içado da posição horizontal para a posição vertical, esta placa está submetida a flexão, que causa tanto tensões de tração quanto de compressão e essas são combatidas pelo aço e pelo concreto.

Os insertes de elevação normalmente devem ser localizados de modo a reduzir os momentos de flexão da placa, objetivando assim reduzir as tensões de tração e de compressão no concreto.

É importante ter a certeza da resistência a compressão do concreto no momento do içamento. Por sua vez o concreto deve ter uma resistência a tração suficiente para proporcionar a resistência necessária para resistir o içamento dos painéis sem que haja rachaduras.

Em obras deste porte deve-se manter um controle rigoroso da qualidade do concreto e um eficiente processo de cura do concreto evitando-se perder a umidade do mesmo.

Portanto é indispensável que antes do içamento sejam feitos os testes de ruptura a tração e compressão do concreto estando de acordo com o projetado, afim de saber realmente as resistências desse concreto. Estes testes devem ser feitos retirando no mínimo 4 amostras de corpo de prova de cada caminhão betoneira e fazer as análises em empresas confiáveis e com qualidade no mercado.

É normal ter uma resistência a compressão do concreto de no mínimo 17,6 Mpa, antes do início do içamento e uma tensão de tração final do concreto de 2,5 Mpa.

Para conseguir atingir bons resultados nos testes de resistência deve-se sempre utilizar materiais de primeira qualidade e uma homogeneização correta do concreto.

Dependendo do porte da obra e da sua localização fica viável instalar uma concreteira dentro da obra, afim de garantir a qualidade deste material e também não haver atrasos nos dias de concretagem.

Isto assegura uma boa inclinação sem rachaduras, embora algumas fissuras por retração possam aparecer.

Dependendo da qualidade do desmoldante utilizado e os cuidados usados na sua aplicação, há uma ligação considerável entre a placa do *tilt up* com o piso no qual foi fabricado. Inicialmente há uma força de sucção que tem de ser superada. O tamanho do painel, a interface de textura e a água entre a face do painel e o piso contribuem para esta carga adicional.

Cargas de menores impactos no momento do içamento não criam esforços de flexão devido ao excesso do fator de segurança nos cálculos. No entanto se de repente um painel cai e é preso pelas cintas de aço ou acaba batendo no braço da grua ou alguma outra obstrução, há um aumento de carga nos insertes de içamento.

8.3- Benefícios do uso do tilt up segundo DIASE (2013).

8.3.1- Rapidez e custo.

Com a construção horizontal de paredes, a ausência de colunas e fundações simplificadas, acarreta a obra finalizada e entregue em tempo muito menor. A referida velocidade de execução da obra acaba não exigindo maior investimento uma vez que os custos acabam ficando correlatos, tornando dessa forma a agilidade um benefício competitivo comparado ao sistema construtivo convencional ou até os de pré-moldados que requerem a transferência dos painéis da fábrica para o local da obra.

Figura 14 – Rapidez na execução do *tilt up*.



Fonte: (O autor 2012)

8.3.2- Qualidade e segurança.

Qualidade: Concreto armado, construído em condições que permitem maior controle e homogeneidade, acabamento e tratamentos específicos para cada indústria.

Figura 15 – Acabamento diferenciado.



Fonte: (Diase 2012)

Segurança: As paredes são moldadas no nível do piso, eliminando formas verticais. Isto significa maior segurança para a equipe de construção, e maior segurança de qualidade homogênea.

Figura 16 – Todas as placas executadas no chão. Aumento de segurança.



Fonte: (O autor 2012)

8.3.3- Versatilidade, beleza e expansão.

Versatilidade: Na confecção de paredes, na inclusão de sistemas especiais, na aplicação de coberturas sofisticadas. O sistema é absolutamente compatível numa eventual ampliação, a adaptação é tranquila, segura e igualmente rápida.

Figura 17 – Içamento das placas.



Fonte: (O autor 2012)

Beleza: Com *tilt up* a estrutura do edifício pode ser muito atrativa. Os painéis *tilt up* poderão receber uma enorme variedade de tratamentos decorativos sem que isso represente necessariamente a oneração dos custos, criando dessa forma, um diferencial com relação aos pré-moldados existentes no mercado. Colorações ilimitadas em painéis com relevo na face que podem ser adicionadas à mistura do concreto ou às pinturas texturizadas, de grande efeito visual.

Figura 18 – Placas curvas.



Fonte: (TCA 2012)

Expansão: O edifício em *tilt up* pode ser projetado e construído permitindo fácil expansão, simplesmente destacando e relocando os painéis ou cortando novas aberturas sobre os mesmos.

Figura 19 – Placas sem função estrutural permitindo expansão.



Fonte: (O autor 2012)

8.3.4- Durabilidade, manutenção e redução de custos.

Durabilidade: O concreto é simplesmente inigualável em termos de resistência e durabilidade. Os edifícios construídos na década de 1940 mostram poucos sinais de idade, após 50 anos. Na verdade, nos EUA, há edifícios que desde 1906 ainda estão em serviço hoje.

Figura 20 – Içamento das placas.



Fonte: (O autor 2012)

Manutenção: Pelas próprias características, paredes em concreto armado dispensam manutenção. Se e quando necessário, o custo de manutenção ficará restrito a uma repintura periódica da fachada.

Figura 21 – Simples manutenção. Somente com pintura periódica.



Fonte: (O autor 2012)

Custos com seguro menores uma vez que o concreto fornece maior resistência ao fogo que outras estruturas convencionais e a estrutura metálica. Painéis *tilt up* também podem ser utilizados como paredes corta fogo.

8.3.5- Conforto térmico e acústico.

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 ruídos com mais eficácia. 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.

Figura 22 – Placas com isolante térmico acústico.



Fonte: (TCA 2012)

8.3.6- Sustentabilidade.

O sistema construtivo ajuda na Certificação ou aquisição do Selo de Alta Qualidade Ambiental do LEED ou Processo AQUA.

O *tilt up* soma propriedades sustentáveis de projeto e construção incluindo:

- Extremamente versátil, reutilizável e durável.
- Uso de materiais recicláveis, incluindo o aço, que contribuem para a solução de um projeto sustentável.
- Permite um consumo eficiente de energia, através de um sistema de ventilação natural constante.

O piso em concreto usado como formas maximiza o uso do canteiro, na produção do *tilt up*, dos pilares e de outras peças pré-moldadas reduzindo assim consideravelmente o consumo de madeiras, deixando de gerar resíduos.

Figura 23 – Selo Ambiental LEED, nível SILVER.



Fonte: (CDECO 2015)

8.4- Vantagens do *tilt up*.

- Paredes autoportantes;
- O *tilt up* em forma estrutural substitui alvenaria, vigas e pilares;

- Alta durabilidade e versatilidade;
- Menor manutenção;
- Os materiais utilizados podem ser encontrados em qualquer região do País;
- Ausência de colunas e fundações simplificadas;
- Fácil de se projetar;
- A obra é entregue em um tempo muito menor;
- Custo competitivo;
- Grande economia com transportes;
- Grande economia com custos operacionais;
- Maior precisão na montagem dos painéis;
- Liberdade de *Lay Out*, como possibilidade de projetos arquitetônicos mais amplos;
- Excelente conforto térmico e acústico;
- Integridade estrutural;
- Menor ruído na execução da obra;
- Os edifícios mostram pouco sinal de idade;
- Maior controle de execução e homogeneidade;
- Eliminação das formas verticais;
- Maior segurança para equipe executora;
- Permite fácil expansão.

8.5- Desvantagens do *tilt up*.

- Necessário equipes especializadas de projetistas e construtores;
- O peso dos painéis deve estar compatível com a resistência do piso de concreto que será utilizado com fôrma;
- Necessário uma grande área para canteiro de obra;
- Necessário uma área para o posicionamento das escoras temporárias;
- A avaliação e a disponibilidade do tipo de guindastes necessário têm uma implicação direta no custo do método;

- Necessidade da instalação elétrica e hidráulica após a instalação dos painéis, ficando assim aparentes;
- A hora e a hora parada dos guindastes são muito caras.

8.6- A construção dos painéis *tilt up*.

Após a execução da fundação e do piso seja ele 'sacrifício' ou definitivo, verificar se eles estão limpos e livre de imperfeições. O próximo passo é lançar a forma conforme projeto, prevendo todas as aberturas como portas e janelas e também aplicar os acessórios arquitetônicos desejados. Em seguida deve-se cobrir toda a superfície interna do piso e da forma com um desmoldante. A próxima fase é a colocação da armadura de aço. Depois disso já poderá ser executada a concretagem das placas, utilizando um vibrador na posição 45 graus de forma a homogeneizar o concreto sem deixar desagrega-lo. Após a concretagem dar início a fase de cura do concreto, aplicando os produtos químicos necessários para cura e manter as placas molhadas constantemente a fim de evitar a perda de umidade do concreto. Em seguida da cura, ainda na posição horizontal remover as formas e realizar o içamento das placas com o auxílio de um guindaste. Após içado, deve-se travar os painéis provisoriamente até o seu travamento definitivo com a estrutura metálica.

9. ETAPAS PARA EXECUÇÃO DOS PAINÉIS *TILT UP*.

ETAPA 1:

Execução do piso 'sacrifício' ou definitivo para fabricação dos painéis. Neste caso foi executado um piso "sacrifício" nivelado a laser.

Figura 24 – Execução do piso 'sacrifício'.



Fonte: (O autor 2012)

Figura 25 – Piso 'sacrifício' executado.



Fonte: (O autor 2012)

ETAPA 2

Lançamento das formas prevendo todos os vãos conforme projeto.

Figura 26 – Fôrma de madeira sobre o piso.



Fonte: (O autor 2012)

Figura 27 – Fôrma de madeira sobre o piso.



Fonte: (O autor 2012)

ETAPA 3

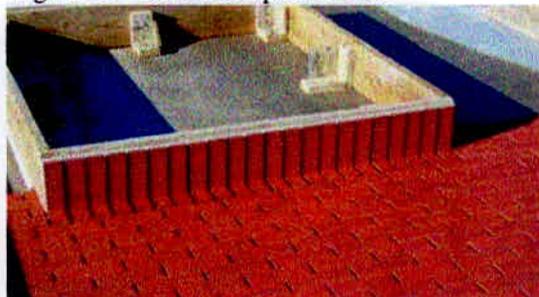
Aplicação de todos os detalhes arquitetônicos conforme projeto.

Figura 28 – Detalhes arquitetônicos.



Fonte: (Bedrock 2013)

Figura 29 – Detalhes arquitetônicos.



Fonte: (Bedrock 2013)

ETAPA 4

Aplicação do desmoldante em toda superfície do piso e forma.

Figura 30 – Aplicação do desmoldante.



Fonte: O autor 2012)

Figura 31 – Desmoldante aplicado.



Fonte: (O autor 2012)

Figura 32 – Desmoldante aplicado.



Fonte: (O autor 2012)

Figura 33 – Desmoldante aplicado.



Fonte: (O autor 2012)

ETAPA 5

Lançamento de toda armadura de aço conforme projeto.

Figura 34 – Lançamento da armadura.



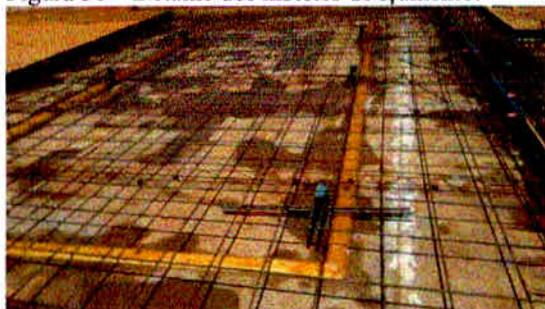
Fonte: (O autor 2012)

Figura 35 – Lançamento da armadura.



Fonte: (O autor 2012)

Figura 36 – Detalhe dos insertes de içamento.



Fonte: (O autor 2012)

Figura 37 – Lançamento da armadura.



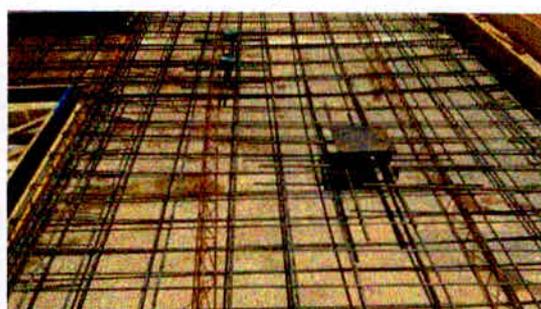
Fonte: (O autor 2012)

Figura 38 – Detalhe do consolo dos painéis.



Fonte: (O autor 2012)

Figura 39 – Detalhe do suporte da estrutura metálica.



Fonte: (O autor 2012)

ETAPA 6

Concretagem dos painéis.

Figura 40 – Concretagem dos painéis.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 41 – Concretagem dos painéis.



Fonte: (O autor 2012).

ETAPA 7

Acabamento nos painéis.

Figura 42 – Acabamento nas placas.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 43 – Acabamento nas placas.



Fonte: (O autor 2012).

ETAPA 8

Limpeza das placas para o içamento.

Figura 44 – Polimento das placas.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 45 – Lavando com máquina de pressão.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 46 – Lavando com máquina de pressão.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 47 – Lavando com máquina de pressão.



Fonte: (O autor 2012).

ETAPA 9

Içamento das placas.

Figura 48 – Início do içamento.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 49 – Içando as placas.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 50 – Içando as placas.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 51 – Içando as placas.



Fonte: (O autor 2012).

ETAPA 10

Travamento provisória da estrutura até a execução da cobertura metálica que é o travamento definitivo.

Figura 52 – Painéis travados provisoriamente.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 53 – Painéis travados provisoriamente.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 54 – Painéis travados provisoriamente.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 55 – Painéis travados provisoriamente.



Fonte: (O autor 2012).

ETAPA 11

Travamento definitivo do painel *tilt up* com estrutura metálica.

Figura 56 – Tilt up travado com estrutura metálica.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 57 – Prédio administrativo 90% travado.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 58 – Detalhe final do *tilt up*.



Fonte: (O autor 2012).

10. ALVENARIA DE VEDAÇÃO.

10.1- História.

“Vinde! Façamos tijolos e cozamo-los ao fogo! Os tijolos lhes serviu de pedra e o betume de argamassa”.

Gênesis 11:4

AL VENAR – Do Árabe significa A PEDRA.

ALVENARIA – Obra com pedra.

Segundo Elson (2010), entre os sistemas construtivos, a alvenaria certamente é um dos mais antigos. Podemos classificar que, junto ao uso da madeira nenhum outro método é tão antigo e ligado aos primórdios da civilização humana.

A editora Fólío (2006) aponta que no período neolítico, ao surgir a agricultura, os agrupamentos humanos iniciaram projetos arquitetônicos com uso do barro associado a madeira, que cumpriam função estrutural e de vedação.

Segundo Tramontini (2005) as construções executadas com alvenaria existiram desde a época antes de Cristo, naquele tempo utilizava-se o empilhamento de lascas de rochas a até mesmo construções pesadas, expensas e rígidas. Os primeiros tijolos secos ao sol foram datados em 10.000 a.C. nas construções Persas e Assírias.

A alvenaria em pedra foi bastante usada nas cidades litorâneas brasileiras pois havia em abundância esse material.

No início do ciclo econômico do café em São Paulo surgiram as primeiras construções em tijolo. E na década de 30 do século XX surgem as primeiras construções em concreto armado.

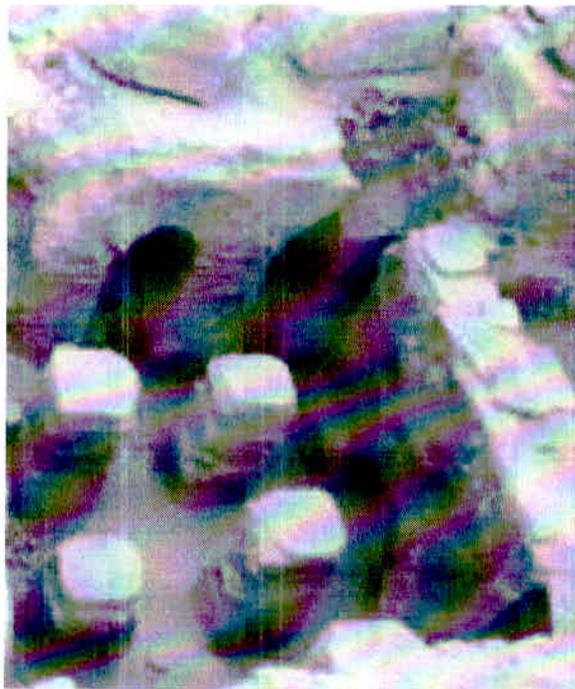
Para Tramontini (2005) a evolução da alvenaria acompanha a evolução do homem. Os materiais evoluíram, e atualmente apresentam maior resistência a ação do tempo, maior resistência estrutural, leveza e menor custo.

Sabbatini (2001) diz que no século XX a alvenaria perdeu a condição de principal estrutura de suporte, devido ao surgimento de edifícios de grandes alturas,

porém continuou sendo muito empregada em edifícios de até dois pavimentos. Como alvenaria de vedação, no entanto, não perdeu a sua supremacia.

A imagem mais antiga da aplicação de alvenaria mostra a ruína de um banheiro encontrado na Síria e datado a 2200 ano a.C.

Figura 59 – Imagem mais antiga que se tem de alvenaria.



Fonte: (Fólio 2012)

10.2 Definição.

São elementos da construção civil constituído por módulos, sobrepostos um a um, unidos por argamassa ou não, revestidos ou não e consequentemente pintados.

Existem vários tipos e métodos construtivos envolvendo alvenaria, onde os mais conhecidos são: alvenaria de vedação, alvenaria solo-cimento, alvenaria estrutural (armada, parcialmente armada e não armada). Nesse trabalho irá abordar somente a alvenaria de vedação com blocos de concreto 19x19x39.

Alvenaria de vedação são paredes que tem a função de dividir ambientes externos e internos de uma edificação. Suportando somente seu peso próprio. Os componentes de vedação podem ser de blocos de concreto, blocos cerâmicos, blocos de gesso e blocos de vidro.

A função da alvenaria de vedação é o preenchimento dos espaços entre componentes da estrutura, podendo ser empregados em fachadas ou na criação de espaços internos e isolamento térmica e acústica diz.

A alvenaria de vedação forma um bloco monolítico constituído de tijolo e blocos unidos por juntas de argamassa, sendo que, o sistema deve atender alguns requisitos:

- Estanqueidade a água;
- Isolamento térmico e acústico;
- Durabilidade;
- Economia;
- Resistência ao fogo;
- Deformabilidade;
- Resistencia mecânica.

10.3.1- O bloco.

Segundo SEBRAE (2015) blocos de concreto são elementos pré-fabricados utilizados na construção de alvenarias, também denominadas paredes. Em geral os blocos são unidos uns aos outros pela aplicação de argamassas, que uma vez secas, dão a todo conjunto rigidez e estabilidade.

Os blocos de concreto surgiram no século XX, como material alternativo ao tijolo de barro na construção civil. No Brasil, os blocos de concreto começaram a ser fabricados no final dos anos 50. A partir dos anos 60 seu consumo e aceitação evoluíram aceleradamente, pois representa a melhor opção em diversas situações. E em outra, trata-se da única opção, pois a produção de tijolos de barro é inexistente ou é muito pequena em diversas regiões.

Os blocos de concreto, entretanto, são fabricados com uma mistura prensada de cimento e agregados. Esse agregado pode ser areia, pó de pedra, pedriscos e similares. É comum sempre manipular-se uma mistura de dois ou três agregados, melhorando assim a qualidade e o custo do bloco. A definição de qual agregado irá usar depende da oferta dos mesmos nas vizinhanças das fábricas de blocos.

Conforme NBR 6136 os blocos vazados de concreto devem atender as dimensões padronizadas que são:

Dimensões dos blocos.

DIMENSÕES NOMINAIS	DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES PADRONIZADAS		
		LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)
20X20X40	M-20	190	190	390

Fonte: NBR 6136

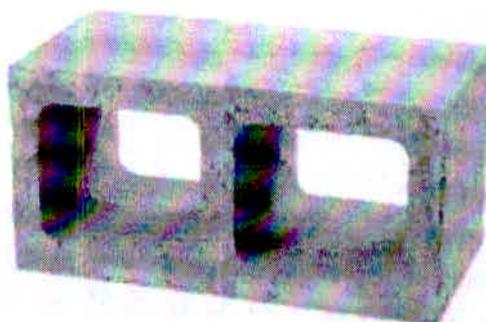
Permitindo tolerâncias de + ou - 2mm para a largura e + ou - para altura e comprimento.

A menor dimensão do furo não deve ser inferior a 12cm para as características do bloco acima segundo NBR 6136.

Segundo a NBR 6136 para o empreendimento escolhido o bloco utilizado deve ser o de classe BE com designação M-20 e dimensões 19X19X39 sem função estrutural, ou seja, somente para vedação.

A NBR 6136 diz que a classe BE é limitado ao uso acima do nível do solo, em paredes externas com revestimento de argamassa de cimento, para proteção contra intempéries e em paredes não expostas a intempéries.

Figura 60 – Bloco de alvenaria de vedação.



Fonte: (Leroy Merlin 2015)

Segundo NBR 6136 o bloco vazado é um elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta.

Quanto a resistência a NBR 6136 diz que os blocos de concreto vazados, confeccionado de acordo com as normas, devem atender a resistência mínima a compressão de 2,5 Mpa.

Considera-se 12,5 peças por metro quadrado.

10.3.2- Outras condições dos blocos segundo NBR 6136.

Os blocos devem ser fabricados, curados, transportados e identificados pelo fabricante, segundo os seus lotes, procedência, classe e classe de resistência de forma a cumprir e garantir as exigências das normas.

Devem também apresentar aspecto homogêneo, ser compactos, ter arestas vivas e ser livre de trincas ou outras imperfeições que possam prejudicar o assentamento, ou afetar a resistência e a durabilidade da construção, não sendo permitida qualquer pintura que o oculte. Somente os blocos da classe BE podem apresentar superfície áspera, desde que homogênea, para facilitar a aderência do revestimento.

Etapas do processo:

- Preparo da estrutura que consiste no chapisco dos pilares, vigas e laje em contato com a alvenaria.
- Limpeza e lavagem do local a ser executado a alvenaria.
- Marcação das referências como estruturas, esquadrias e todo tipo de instalações.
- Uso do nível para evitar inclinação no sentido horizontal.
- Uso do prumo, à medida que a parede sobe para evitar inclinação no sentido horizontal.

10.4- Vantagens da alvenaria de vedação.

- De bom a excelente o desempenho funcional da alvenaria de vedação;
- Bom isolamento térmico;
- Bom isolamento acústico;

- Boa estanqueidade a água;
- Boa resistência ao fogo;
- Boa resistência mecânica;
- Boa flexibilidade e versatilidade;
- Boa manuseabilidade;
- Sem limitações de uso em relação as condições ambientais;
- Total disponibilidade de matéria prima em qualquer região;
- Não poluente;
- Baixo consumo energético;
- Facilidade de produção;
- Mão de obra disponível em qualquer região;
- É de fácil estocagem;
- Baixa complexibilidade no planejamento e gestão dos serviços;
- Maior aceitação pela sociedade;

10.5- Desvantagens da alvenaria de vedação.

- Se não elaborado um bom projeto de modulação de alvenaria o desperdício é grande;
- A mão de obra pouco qualificada não traz qualidade na execução;
- O retrabalho dos cortes feitos para passagem de instalações e embutimento de caixas;
- O desperdício de materiais: a quebra dos blocos no transporte e na execução;
- A alvenaria executada fora de prumo gera elevado consumo de argamassa de revestimento;
- Necessidade de revestimentos adicionais.
- Baixa produtividade na execução
- Imagem “antimoderna”;
- Para textura lisa há a necessidade de revestimentos adicionais;
- Possibilidade maior de acidentes no caso da utilização de andaimes;
- Maior quantidade de resíduos.

11. ESTRUTURAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO.

Segundo NBR 9062, um elemento pré-moldado é aquele executado fora do local de utilização definitiva da estrutura. Estes elementos são produzidos em condições menos rigorosas de controle de qualidade e devem ser inspecionados individualmente ou por lotes, através de inspetores do próprio consultor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas, dispensando-se a existência de laboratório e demais instalações congêneres próprias.

Segundo Khalil (2000) concreto pré-moldado corresponde ao emprego de elementos pré-moldados de concreto, ou seja, ao emprego de elementos de concretos moldados fora de sua posição definitiva de utilização na construção.

Embora o concreto pré-moldado tenha acompanhado a evolução da tecnologia do concreto no final do século XIX até o início da segunda guerra mundial, seu desenvolvimento é geralmente relacionado com o grande impulso no quarto de século que se seguiu à Segunda Guerra Mundial.

Hoje em dia, torna-se cada vez mais importante a construção civil ser analisada sob aspectos referentes a industrialização por emprego racionalizado de técnicas construtivas que viabilizem o aumento da produtividade e a redução de custos.

A construção civil é considerada uma indústria atrasada quando comparada com outros ramos industriais, por apresentar, de maneira geral, grande desperdício de materiais, vagareza em alguns aspectos e as vezes baixo controle de qualidade.

SABBATINI (1989) ainda diz “evoluir no sentido de aperfeiçoar-se como indústria é o caminho natural da construção civil”, portanto, industrializar-se para a construção é sinal de evolução.

Para reduzir estes atrasos, a forma mais simples é empregar técnicas associadas à utilização de elementos pré-moldados de concreto.

A fabricação fora do canteiro, de partes da construção, capazes de serem utilizadas mediante a ações posteriores de montagem, se resumem em “Pré Moldados”.

Os pré-moldados, portanto, são instrumentos de grande potencial para incrementar os níveis de industrialização dos processos construtivos, mas de forma alguma deve-se fazer como processo único.

A aplicação dos pré-moldados nos processos construtivos tem como propósito harmonizar o aumento da racionalização construtiva e com isso ascender a produtividade e com isso diminuir desperdícios e custos.

Figura 61 – Pilares pré-moldados.



Fonte: (O autor 2012).

Figura 62 – Vigas pré-moldadas.



Fonte: (O autor 2012).

11.1- Projetos de estruturas pré-moldadas.

O processo de cálculo segundo NBR 9062 de forma geral:

De modo geral, aplicam-se às estruturas de concreto pré-moldado as regras e processos de cálculos relativos às estruturas moldadas no local, conforme disposto na NBR 6118.

Devem ser tomados cuidados especiais na organização geral da estrutura e nos detalhes construtivos, de forma a minimizar a possibilidade de colapso progressivo.

A análise dos elementos da estrutura pré-moldada deve partir da definição do comportamento efetivo das ligações, sob o ponto de vista dos graus de ligação existentes.

As dimensões dos elementos, inclusive a geometria das seções transversais, devem ser fixadas levando em conta as tolerâncias globais compatíveis com o processo construtivo de fabricação e montagem.

A análise deve ser efetuada considerando todas as fases por que possam passar os elementos, susceptíveis de apresentarem condições desfavoráveis quanto aos estados limites último e de utilização. As fases frequentes que exigem dimensionamento e verificação dos elementos são:

- De fabricação;
- De manuseio;
- De armazenamento;
- De transporte;
- De montagem;
- De serviço (preliminar e final).

Lembrando que a fase final do serviço não se considera encerrada senão quando houver a ligação definitiva do elemento com os outros elementos da estrutura.

11.2- Racionalização.

O novo entendimento voltado para a produção racionalizada com qualidade, é muito mais que um modismo, é uma questão de continuidade para as empresas.

Durante suas pesquisas, o IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo concluiu que “através do processo de racionalização, as empresas procuram obter ganhos de produtividade e minimizar os custos e os prazos, sem uma ruptura da base produtiva que caracteriza o setor”.

A racionalização pressupõe a organização, planificação, a verificação e as técnicas adequadas à melhoria de qualidade e ao acréscimo de produtividade

Já SABBATINI (1989) define que a racionalização da construção é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade sócio econômica própria.

A racionalização deve constar em todas as fases do processo, desde as ideias iniciais de projeto, passando pelo andamento, até a etapa final do mesmo.

11.3- Vantagens do uso do pré-moldado.

- Velocidade e segurança da estrutural da obra, já que as peças não possuem emendas.
- Redução de resíduos, pois a estrutura já vem pronta de fábrica, assim evita uso de fôrmas, pregos, arames e aço.
- Redução do custo final da obra pois há a economia com os profissionais da armadura, carpintaria, pedreiros, e serventes para elaboração e moldagem das peças;
- Grande durabilidade;
- Maior resistência.

11.4- Desvantagens do uso do pré-moldado.

- Uso de formas para produção das peças;
- Controle rigoroso de produção;
- Detalhamento do projeto e planejamento antecipado e criterioso do empreendimento;
- Mão de obra especializada;
- Carga, descarga e movimentação de artefatos;
- Armazenagem adequada;

12. ESTUDO DE CASO.

É o segundo maior centro de distribuição da América Latina da empresa Unilever Brasil com a primeira etapa da obra concluída. A obra se divide em duas etapas:

Na primeira etapa foi construído um galpão de 87.500,00 m², um prédio administrativo de 2.350,00 m², um prédio para descaracterização de materiais de 1.000,00 m², um apoio ao caminhoneiro de 200,00 m², uma portaria sendo ela lado norte e sul com 410,00 m², um prédio de utilidades de 850,00 m².

A segunda etapa da obra deu-se início em maio de 2015, que contemplará um galpão de 90.000,00 m², tornando-se assim o maior galpão do mundo de todas as unidades Unilever, totalizando assim um galpão de 177.500,00 m².

Galpão: Foi executado com estacas escavadas, blocos de fundação, pilares em concreto armado, vedação em *tilt up* vigas metálicas e cobertura metálica.

Prédio Administrativo: Foi executado com estacas escavadas, blocos de fundação, pilares centrais morrendo na primeira laje em concreto armado, vedação estrutural em *tilt up*, e cobertura metálica.

Prédio descaracterização de materiais: Foi executado com estacas escavadas, blocos de fundação, vedação estrutural em *tilt up*, e cobertura metálica.

Os demais prédios foram executados em estrutura convencional como pilares, vigas e vedação em alvenaria com fundação em estacas escavadas e blocos de fundação.

A comparação a ser feita neste trabalho é do prédio administrativo, comparando tempo de obra e custo pelo método estrutural *tilt up*, e o sistema de pré-moldados de vigas, pilares e vedação em alvenaria.

Foram investidos neste projeto cerca de R\$ 200 milhões. Este centro de distribuição está localizado na margem da rodovia Fernão Dias no bairro Algodão em Pouso Alegre próximo a fábrica Unilever Brasil, onde este C.D. terá capacidade para movimentar mais de 3,6 mil toneladas de produtos por dia.

O estudo de caso escolhido foi a comparação de custos e tempo de execução dos dois métodos construtivos: Sistema *tilt up* e o sistema de pré-moldados de pilares, vigas e alvenaria de vedação.

Figura 63- Vista Superior em 3D do Centro de Distribuição Unilever Brasil.



Fonte: (Diase 2012)

Figura 64- Vista Superior em 3D do prédio administrativo.



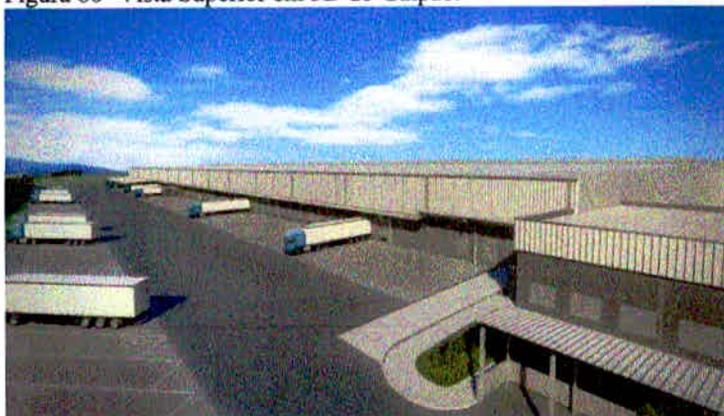
Fonte: (Diase 2012)

Figura 65- Vista da fachada em 3D do prédio administrativo.



Fonte: (Diase 2012)

Figura 66- Vista Superior em 3D do Galpão.



Fonte: (Diase 2012)

Figura 67- Vista da fachada do prédio administrativo.



Fonte: (o autor 2012).

Figura 68- Vista Superior do prédio administrativo.



Fonte: (o autor 2012).

Figura 69- Vista Superior do galpão e prédio administrativo.



Fonte: (o autor 2012)

13. COMPARAÇÃO PELOS DOIS MÉTODOS.

Numa avaliação preliminar comparando-se material bibliográfico e a experiência adquirida no decorrer da obra chega-se a uma comparação.

COMPARAÇÃO DOS DOIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS.		
CARACTERÍSTICAS	MÉTODO <i>TILT UP</i>	MÉTODO PRÉ-MOLDADO E ALVENARIA DE VEDAÇÃO
RAPIDEZ NA EXECUÇÃO	Ausência de pilares, vigas e alvenaria e fundação simplificada.	Fundações mais complexas e lentidão na alvenaria.
CUSTO	Econômico com o transporte e com a velocidade de execução.	Necessita do transporte para levar a estrutura até a obra e demanda maior tempo para a execução
QUALIDADE	O concreto possui maior homogeneidade e melhor acabamento.	Se fora de prumo gera elevado consumo de argamassa.
SEGURANÇA	Maior segurança para equipe de execução.	Maior possibilidade de acidentes por ter trabalho em altura.
BELEZA	Estrutura atrativa. Painéis podem receber várias decorações sem aumento significativo no custo.	Podem haver aumento nos custos para um bom acabamento.
EXPANSÃO	Permite fácil expansão.	Permite expansão de uma maneira mais complexa
DURABILIDADE	O concreto é inigualável em relação a durabilidade.	A alvenaria convencional tem um tempo menor de vida quando se comparado ao concreto armado.
REDUÇÃO DE CUSTOS	Custos com seguros menores, pois o concreto armado é mais resistente ao fogo do que a alvenaria.	Custos com seguros maiores.
CONFORTO TÉRMICO	Excelente isolamento térmico.	Bom isolamento térmico.
CONFORTO ACUSTICO	Excelente isolamento acústico.	Bom isolamento acústico.
SUSTENTABILIDADE	Alem de poluir menos, este método garante os selos ambientais LEED e AQUA.	Gera mais resíduos e não garante os selos ambientais.
PAREDES EM FORMA ESTRUTURAL	Substitui a alvenaria de vedação, pilares e vigas.	Exige vigas pilares e alvenaria de vedação.
MATERIAIS UTILIZADOS	Podem ser encontrado em qualquer região.	Podem ser encontrado em qualquer região.
FUNDAÇÃO	Fundações simplificadas.	Exige fundações mais complexas, gerando mais custo.
TRANSPORTE	Não necessita de transporte das estruturas, pois é moldadas <i>in loco</i> .	Necessita de transporte das estruturas pré moldadas.
REVESTIMENTO	Não necessita de revestimento, somente pintura ou algum detalhe arquitetônico.	Necessita de revestimento.
LIBERDADE ARQUITETÔNICA	Grande liberdade de lay out por conseguir grandes vãos.	Imagem antimoderna.
INTEGRIDADE ESTRUTURAL	Excelente integridade estrutural.	Boa integridade estrutural.

COMPARAÇÃO DOS DOIS MÉTODOS CONSTRUTIVOS.		
CONTROLE DE EXECUÇÃO	Excelente controle na execução.	Bom controle de execução.
RESISTÊNCIA AO FOGO	Excelente em resistência ao fogo.	Boa resistência ao fogo.
PISO SACRIFÍCIO	Se não for possível usar o piso definitivo terá que executar um piso sacrifício, gerando um custo maior.	Não há necessidade.
EQUIPE ESPECIALIZADA	Dificuldade em encontrar equipe especializada.	Facilidade em encontrar equipe especializada.
GUINDASTES	Custo elevado.	Custo elevado.
MANUSEABILIDADE	Boa manuseabilidade	Boa manuseabilidade
POLUIÇÃO	Gera uma quantidade muito menor de resíduos.	Gera uma maior quantidade de resíduos.
PRODUÇÃO	Excelente produtividade.	Baixa produtividade.
DESPERDÍCIO	Desperdício muito reduzido.	Na quebra durante transporte e também pela não modulação da alvenaria.
MÃO DE OBRA	Necessita de mão de obra externa.	Disponível em qualquer região.

Fonte: O autor.

14. INDICADORES PARA COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS.

Método tilt up:

Realizar um levantamento de consumo de materiais usando os projetos executivos utilizados pela construtora, levantar a mão de obra necessária e ainda expor um cronograma de tempo de execução da obra por este método.

Método pré-moldados e alvenaria de vedação:

Elaborar e pré dimensionar as vigas e os pilares. Levantar quantidade de alvenaria de vedação. Depois, levantar o consumo de materiais e em seguida levantar a mão de obra utilizada e ainda expor um cronograma de tempo de execução da obra por este método.

15. MÉTODO CONSTRUTIVO TILT UP X SISTEMA DE PRÉ-MOLDADOS E ALVENARIA DE VEDAÇÃO.

Para construir um galpão, vários prédios de utilidades e mais um prédio administrativo, a Construtora optou-se por utilizar o método construtivo tilt up, pois os custos com material e mão de obra por estes dois métodos se equiparam, mas o diferencial está na velocidade de execução, pois o método construtivo tilt up é mais rápido de se executar. Além disso, este método possibilitaria maior liberdade para modulação da estrutura, pois o cliente exigia um grande vão livre no piso superior, aproximadamente (20m X 83m), fato este que pelo método tilt up foi tranquilamente possível sem o aumento no custo da obra e pelo sistema de pré-moldados mais alvenaria de vedação necessitaria de um aumento considerável na estrutura para se conseguir este vão, fato este que aumentaria consideravelmente o custo final da obra.

Portanto, a partir da planta de forma do método tilt up, elaborou-se e pré dimensionou-se a estrutura como se fosse executado pelo sistema de pré-moldados e alvenaria de vedação. Em anexo, segue as plantas para efeito de comparação da estrutura.

16. CONSUMO DE MATERIAIS.

O levantamento do consumo de materiais baseou-se no estudo de caso deste trabalho realizando pesquisas em campo, consultas nos projetos executivos da obra, programas computacionais como o Auto Cad e o Excel para elaborar e pré dimensionar as estruturas.

16.1 Consumo de materiais pelo método construtivo *tilt up*.

A partir dos projetos executivos usados pela construtora na execução do prédio administrativo obteve-se um quantitativo de materiais utilizados para execução deste serviço.

Consultando o projeto de armação de cada painel, levantou-se a quantidade de aço utilizado para a execução do mesmo.

QUANTITATIVO DE AÇO NO MÉTODO TILT UP				
PAINÉL	ELEVAÇÃO	AÇO	QUANTIDADE	UNIDADE
PN 202	S	CA-50	1422,0	Kg.
PN 203	S	CA-50	1400,0	Kg.
PN 204	S	CA-50	1385,0	Kg.
PN 205	S	CA-50	1406,0	Kg.
PN206	S	CA-50	1385,0	Kg.
PN207	S	CA-50	1423,0	Kg.
PN208	S	CA-50	1380,0	Kg.
PN209	S	CA-50	1430,0	Kg.
PN210	809	CA-50	419,0	Kg.
PN211	809	CA-50	418,0	Kg.
PN212	T	CA-50	561,0	Kg.
PN213	T	CA-50	641,0	Kg.
PN214	T	CA-50	475,0	Kg.
PN215	T	CA-50	468,0	Kg.
PN216	T	CA-50	467,0	Kg.
PN217	814	CA-50	337,0	Kg.
PN218	814	CA-50	331,0	Kg.
PN219	814	CA-50	326,0	Kg.
PN220	814	CA-50	355,0	Kg.
PN221	814	CA-50	387,0	Kg.

QUANTITATIVO DE AÇO NO MÉTODO TILT UP				
PAINÉL	ELEVAÇÃO	AÇO	QUANTIDADE	UNIDADE
PN222	814	CA-50	548,0	Kg.
PN223	Q	CA-50	671,0	Kg.
PN224	Q	CA-50	356,0	Kg.
PN225	Q	CA-50	357,0	Kg.
PN226	Q	CA-50	1363,0	Kg.
PN227	Q	CA-50	1385,0	Kg.
PN228	Q	CA-50	1385,0	Kg.
PN229	Q	CA-50	1385,0	Kg.
PN230	Q	CA-50	1385,0	Kg.
PN231	Q	CA-50	1363,0	Kg.
PN232	Q	CA-50	1363,0	Kg.
PN233	Q	CA-50	1506,0	Kg.
PN234	Q	CA-50	1500,0	Kg.
PN235	Q	CA-50	1385,0	Kg.
PN236	Q	CA-50	1461,0	Kg.
PN237	801	CA-50	873,0	Kg.
PN238	801	CA-50	548,0	Kg.
PN239	801	CA-50	786,0	Kg.
PN240	801	CA-50	633,0	Kg.
PN241	812	CA-50	376,0	Kg.
PN243	R	CA-50	302,0	Kg.
PN244	R	CA-50	302,0	Kg.
PN245	S	CA-50	908,0	Kg.
PN246	S	CA-50	908,0	Kg.
PN247	S	CA-50	860,0	Kg.
PN248	S	CA-50	786,0	Kg.
PN249	813	CA-50	1037,0	Kg.
TOTAL			42148,00	Kg.

Fonte: Projetos executivos *tilt up* Construtora DIASE.

Em seguida consultando os projetos de forma, obteve-se um quantitativo concreto para execução dos painéis.

QUANTITATIVO DE CONCRETO PARA EXECUÇÃO DOS PAINÉIS					
PAINÉL	ELEVAÇÃO	ESPESSURA DO PAINÉL	UNIDADE	VOLUME DE CONCRETO	UNIDADE
PN 202	S	18,00	cm.	10,40	m ³
PN 203	S	18,00	cm.	10,00	m ³
PN 204	S	18,00	cm.	10,10	m ³
PN 205	S	18,00	cm.	9,90	m ³
PN206	S	18,00	cm.	10,10	m ³

QUANTITATIVO DE CONCRETO PARA EXECUÇÃO DOS PAINÉIS					
PAINÉL	ELEVAÇÃO	ESPESSURA DO PAINÉL	UNIDADE	VOLUME DE CONCRETO	UNIDADE
PN207	S	18,00	cm.	10,80	m ³
PN208	S	18,00	cm.	9,90	m ³
PN209	S	18,00	cm.	10,40	m ³
PN210	809	18,00	cm.	3,80	m ³
PN211	809	18,00	cm.	3,80	m ³
PN212	T	18,00	cm.	5,30	m ³
PN213	T	18,00	cm.	5,70	m ³
PN214	T	18,00	cm.	5,30	m ³
PN215	T	18,00	cm.	5,10	m ³
PN216	T	18,00	cm.	5,30	m ³
PN217	814	18,00	cm.	3,80	m ³
PN218	814	18,00	cm.	3,80	m ³
PN219	814	18,00	cm.	3,60	m ³
PN220	814	18,00	cm.	4,00	m ³
PN221	814	18,00	cm.	9,90	m ³
PN222	814	18,00	cm.	5,00	m ³
PN223	Q	18,00	cm.	4,70	m ³
PN224	Q	18,00	cm.	9,60	m ³
PN225	Q	18,00	cm.	9,60	m ³
PN226	Q	18,00	cm.	9,70	m ³
PN227	Q	18,00	cm.	10,10	m ³
PN228	Q	18,00	cm.	10,10	m ³
PN229	Q	18,00	cm.	10,10	m ³
PN230	Q	18,00	cm.	10,10	m ³
PN231	Q	18,00	cm.	9,70	m ³
PN232	Q	18,00	cm.	9,70	m ³
PN233	Q	18,00	cm.	11,80	m ³
PN234	Q	18,00	cm.	10,50	m ³
PN235	Q	18,00	cm.	10,10	m ³
PN236	Q	18,00	cm.	10,60	m ³
PN237	801	18,00	cm.	11,30	m ³
PN238	801	18,00	cm.	6,60	m ³
PN239	801	18,00	cm.	8,70	m ³
PN240	801	18,00	cm.	7,00	m ³
PN241	812	18,00	cm.	9,70	m ³
PN243	R	18,00	cm.	7,20	m ³
PN244	R	18,00	cm.	7,20	m ³
PN245	S	18,00	cm.	6,70	m ³
PN246	S	18,00	cm.	6,70	m ³
PN247	S	18,00	cm.	6,70	m ³
PN248	S	18,00	cm.	8,30	m ³
PN249	813	18,00	cm.	10,40	m ³
TOTAL				378,90	m³

Fonte: Projetos executivos *tilt up* Construtora DIASE.

E para concluir o levantamento de materiais do método construtivo tilt up, consultou-se os projetos de forma para se obter um quantitativo.

QUANTITATIVO DE FORMA PARA EXECUÇÃO DOS PAINÉIS					
PAINÉL	ELEVAÇÃO	ÁREA DO PAINÉL	UNIDADE	ÁREA DE FÔRMA	UNIDADE
PN 202	S	77,70	m ²	13,60	m ²
PN 203	S	74,80	m ²	13,20	m ²
PN 204	S	74,80	m ²	12,60	m ²
PN 205	S	74,80	m ²	14,06	m ²
PN206	S	74,80	m ²	12,60	m ²
PN207	S	74,80	m ²	12,40	m ²
PN208	S	74,80	m ²	13,40	m ²
PN209	S	78,00	m ²	12,60	m ²
PN210	809	25,90	m ²	6,40	m ²
PN211	809	25,90	m ²	5,30	m ²
PN212	T	38,90	m ²	7,75	m ²
PN213	T	38,90	m ²	7,50	m ²
PN214	T	38,90	m ²	7,75	m ²
PN215	T	38,90	m ²	8,50	m ²
PN216	T	38,90	m ²	7,75	m ²
PN217	814	25,90	m ²	5,25	m ²
PN218	814	25,90	m ²	5,25	m ²
PN219	814	25,90	m ²	6,00	m ²
PN220	814	27,00	m ²	5,40	m ²
PN221	814	54,80	m ²	5,40	m ²
PN222	814	55,00	m ²	9,70	m ²
PN223	Q	53,20	m ²	9,55	m ²
PN224	Q	53,10	m ²	5,60	m ²
PN225	Q	53,20	m ²	5,45	m ²
PN226	Q	74,80	m ²	12,90	m ²
PN227	Q	74,80	m ²	12,60	m ²
PN228	Q	74,80	m ²	12,60	m ²
PN229	Q	74,80	m ²	12,60	m ²
PN230	Q	74,80	m ²	12,60	m ²
PN231	Q	74,80	m ²	13,00	m ²
PN232	Q	74,80	m ²	13,00	m ²
PN233	Q	74,80	m ²	9,45	m ²
PN234	Q	74,80	m ²	11,40	m ²
PN235	Q	74,80	m ²	12,60	m ²
PN236	Q	79,70	m ²	12,80	m ²
PN237	801	67,20	m ²	7,60	m ²
PN238	801	41,40	m ²	6,70	m ²

QUANTITATIVO DE FORMA PARA EXECUÇÃO DOS PAINÉIS					
PAINÉL	ELEVAÇÃO	ÁREA DO PAINÉL	UNIDADE	ÁREA DE FÔRMA	UNIDADE
PN239	801	51,40	m ²	7,20	m ²
PN240	801	41,20	m ²	6,25	m ²
PN241	812	53,90	m ²	5,65	m ²
PN243	R	39,80	m ²	5,15	m ²
PN244	R	39,80	m ²	5,15	m ²
PN245	S	46,40	m ²	8,10	m ²
PN246	S	46,40	m ²	8,10	m ²
PN247	S	46,40	m ²	8,10	m ²
PN248	S	46,40	m ²	5,00	m ²
PN249	813	63,20	m ²	8,40	m ²
TOTAL				429,96	m²

Fonte: Projetos executivos *tilt up* Construtora DIASE

Portanto, o consumo de materiais para se executar todos os painéis *tilt up* do projeto são:

QUANTITATIVO DE MATERIAIS PELO MÉTODO TILT UP					
AÇO	UNIDADE	CONCRETO	UNIDADE	FORMA	UNIDADE
42148,00	Kg.	378,90	m³	429,96	m²

Fonte: Projetos executivos *tilt up* Construtora DIASE

16.2- Consumo de materiais pelo sistema de pré-moldados e alvenaria de vedação.

Utilizando o mesmo projeto executivo (planta baixa) dos painéis *tilt up*, elaborou-se os pilares e vigas e em seguida pré dimensionou-se os mesmos conforme estudado nas matérias de Estruturas 1, Estruturas 2 e Tópicos Integradores 1 afim de se obter um quantitativo de materiais para a comparação com o método construtivo *tilt up*.

As plantas das estruturas de pilares e vigas foram confeccionadas a partir do programa computacional Auto Cad e o pré-dimensionamento das estruturas foram desenvolvidos a partir de planilhas de excel elaboradas durante as disciplinas mencionadas acima.

Segue abaixo o pré-dimensionamento e o quantitativo de materiais, se o projeto fosse executado pelo sistema de pré-moldados e alvenaria de vedação.

Abaixo o pré-dimensionamento dos pilares e o quantitativo de materiais utilizados:

PRÉ DIMENSIONAMENTO DOS PILARES E QUANTITATIVO DE MATERIAIS							
PILAR	DIMENSÃO	AÇO	UNIDADE	CONCRETO	UNIDADE	FÔRMA	UNIDADE
P 184	40X40	187,0	kg.	1,05	m ³	12,84	m ²
P 185	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 186	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 187	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 188	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 189	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 190	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 191	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 192	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 193	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 194	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 195	40X40	259,0	kg.	0,95	m ³	12,84	m ²
P 196	40X40	259,0	kg.	0,95	m ³	12,84	m ²
P 197	40X40	187,0	kg.	1,05	m ³	12,84	m ²
P 198	40X40	259,0	kg.	0,95	m ³	6,42	m ²
P 199	φ 30 cm.	45,0	kg.	0,30	m ³	3,25	m ²
P 200	40X40	244,0	kg.	0,95	m ³	12,84	m ²
P 201	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 202	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 203	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 204	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 205	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 206	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 207	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 208	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 209	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 210	40X40	244,0	kg.	0,91	m ³	6,42	m ²
P 211	40X40	259,0	kg.	0,95	m ³	6,42	m ²
P 212	40X40	239,0	kg.	0,85	m ³	6,42	m ²
P 213	40X40	244,0	kg.	0,95	m ³	12,84	m ²
P 214	20X20	48,0	kg.	0,21	m ³	2,94	m ²
P 215	40X40	187,0	kg.	1,05	m ³	12,84	m ²
P 216	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 217	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 218	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 219	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 220	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 221	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 222	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 223	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²

PRÉ DIMENSIONAMENTO DOS PILARES E QUANTITATIVO DE MATERIAIS							
PILAR	DIMENSÃO	AÇO	UNIDADE	CONCRETO	UNIDADE	FÔRMA	UNIDADE
P 224	40X40	124,0	kg.	0,80	m ³	6,42	m ²
P 225	40X40	130,0	kg.	0,82	m ³	6,42	m ²
P 226	40X40	134,0	kg.	0,83	m ³	6,42	m ²
P 227	40X40	123,0	kg.	0,77	m ³	6,42	m ²
P 228	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	12,84	m ²
P 229	40X40	187,0	kg.	1,05	m ³	6,42	m ²
P 230	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	6,42	m ²
P 231	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	6,42	m ²
P 232	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	6,42	m ²
P 233	40X40	196,0	kg.	1,10	m ³	6,42	m ²
P 234	40X40	187,0	kg.	1,05	m ³	6,42	m ²
TOTAL		10250,0	kg.	49,93	m³	487,69	m²

Fonte O autor.

Pré-dimensionamento das vigas e quantitativo de materiais utilizados.

PRÉ DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS E QUANTITATIVO DE MATERIAIS							
VIGAS	DIMENSÃO	AÇO	UNIDADE	CONCRETO	UNIDADE	FÔRMA	UNIDADE
V 184	40X80	382,0	kg.	2,90	m ³	13,80	m ²
V 185	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 186	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 187	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 188	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 189	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 190	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 191	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 192	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 193	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 194	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 195	20X70	215,0	kg.	1,18	m ³	11,68	m ²
V 196	20X70	90,0	kg.	1,18	m ³	11,68	m ²
V 197	20X70	215,0	kg.	1,18	m ³	11,68	m ²
V 198	40X80	560,0	kg.	2,37	m ³	15,00	m ²
V 199	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 200	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 201	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 202	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 203	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 204	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 205	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 206	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 207	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²

PRÉ DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS E QUANTITATIVO DE MATERIAIS							
VIGAS	DIMENSÃO	AÇO	UNIDADE	CONCRETO	UNIDADE	FÔRMA	UNIDADE
V 208	40X80	530,6	kg.	2,21	m ³	13,80	m ²
V 209	40X80	543,0	kg.	2,18	m ³	13,80	m ²
V 210	20X70	90,0	kg.	1,18	m ³	11,68	m ²
V 211	20X60	47,0	kg.	0,42	m ³	4,20	m ²
V 212	20X60	47,0	kg.	0,42	m ³	4,20	m ²
V 213	40X80	382,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 214	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 215	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 216	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 217	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 218	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 219	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 220	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 221	40X80	382,0	kg.	2,90	m ³	13,80	m ²
V 222	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 223	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 224	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 225	40X80	382,0	kg.	2,90	m ³	13,80	m ²
V 226	40X80	382,0	kg.	2,90	m ³	13,80	m ²
V 227	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 228	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 229	40X80	425,0	kg.	2,65	m ³	13,80	m ²
V 230	40X80	382,0	kg.	2,90	m ³	13,80	m ²
V 231	30X80	263,0	kg.	2,26	m ³	17,86	m ²
V 232	20X60	75,0	kg.	0,75	m ³	5,88	m ²
V 233	20X60	75,0	kg.	0,75	m ³	5,88	m ²
V 234	20X70	110,0	kg.	1,18	m ³	14,56	m ²
V 235	20X60	39,0	kg.	0,51	m ³	6,72	m ²
V 236	20X70	41,0	kg.	0,73	m ³	8,16	m ²
V 237	30X80	165,0	kg.	2,26	m ³	17,86	m ²
V 238	20X70	97,0	kg.	0,91	m ³	10,88	m ²
V 239	30X80	263,0	kg.	2,26	m ³	17,86	m ²
V 240	30X80	263,0	kg.	2,26	m ³	17,86	m ²
V 241	30X80	263,0	kg.	2,26	m ³	17,86	m ²
TOTAL		20834,0	kg.	126,44	m³	763,5	m²

Fonte: O Autor.

A seguir pegou-se todas as plantas das elevações dos painéis e os substituiu como se fossem executados alvenaria e levantou-se a quantidade de alvenaria de vedação necessária para a execução por este método.

QUANTITATIVO DE ALVENARIA		
ELEVAÇÃO	ALVENARIA	UNIDADE
Q	678,00	m ²
R	78,00	m ²
S	650,00	m ²
T	140,00	m ²
801	178,00	m ²
809	35,00	m ²
812	105,00	m ²
813	103,00	m ²
814	183,00	m ²
TOTAL	2150,00	m²

Fonte: O autor.

Portanto o consumo de materiais para se executar todos os pilares e vigas do projeto são:

QUANTITATIVO DE MATERIAIS PELO SISTEMA DE PRÉMOLDADOS						
PILARES	AÇO	UNIDADE	CONCRETO	UNIDADE	FORMA	UNIDADE
	10250	Kg.	49,93	m ³	487,69	m ²
VIGAS	20834	Kg.	126,44	m ³	763,5	m ²

Fonte: O autor.

17. ORÇAMENTO.

Antes de se iniciar uma obra deve-se ter a preocupação em determinar o seu custo provável pois através desta análise pode observar-se sua viabilidade.

O orçamento é nada mais que o cálculo dos custos para executar um empreendimento. Quanto mais detalhado e mais próximo da realidade as chances com desvios e erros são menores ainda.

A composição dos custos não deve ser somente números retirados dos livros, deve apresentar um processo de elaboração de custos regido por fundamentos de orçamentação e capaz de retratar a realidade do projeto.

17.1- Composição de custos.

A composição de custos consiste em identificar os serviços envolvidos, levantar quantitativos, discriminar custos diretos e indiretos e cotar preços.

Os levantamentos de custos e tempo de execução foram considerados através de pesquisas com o engenheiro coordenador da obra, na qual a construtora usa como base para orçamento de suas obras.

COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA PRODUÇÃO DE 1 m ³ DE TILT UP				
ITEM	UNIDADE	CONSUMO	PREÇO	TOTAL
Concreto usinado Fck 25 MPa Slump 8 + ou - 2	m ³	1,0300	260,00	267,80
Taxa de bombeamento de concreto	m ³	1,0000	35,00	35,00
Madeira Peroba	m ²	0,0030	950,00	2,85
Aço CA-50	Kg.	120,0000	3,20	384,00
Óleo Diesel	litro	2,7500	2,20	6,05
Cera Desmoldante para Tilt Up	Kg.	1,0000	6,00	6,00
Parabolt 1/2"X 70 mm	Un	0,5430	5,00	2,72
Inserts Metálicos para Tilt Up	Kg.	2,8780	3,00	8,63
Super Lift (para içamento do painel Tilt Up)	Un	0,7233	8,00	5,79
Junta tipo Dow Corning 81	Bisn.	0,7590	30,00	22,77
Escora para placa Tilt Up	Vb.	1,5500	12,15	18,83
Balancim para montagem do Tilt Up	Mês	0,0015	110,00	0,17
Guindaste sobre Pneus para 90 ton.	hs	0,1600	650,00	104,00
Frete/Mobilização do guindaste	Vb.	0,0008	20000,00	16,00
Estadias e refeições para operadores e sub empreiteiros	Dia	0,0500	25,00	1,25
Tarucel 25mm	m	2,2760	0,40	0,91
Parafuso, porca e arruela para inserte I 14	Un	0,1800	1,60	0,29
Inserts para fixação de viga peroba	Kg.	0,1800	3,00	0,54
Espaçador plástico (dedal)	Un	2,2760	0,10	0,23
Feltro	m ²	1,3190	1,50	1,98
Parafuso quadrado auto brocante 3/16	Un	9,1200	0,21	1,92
Óleo de linhaça	litro	0,4000	4,00	1,60
Tinta Spray	Un	0,0230	14,00	0,32
Broca de videa 3/16	Un	0,2200	14,30	3,15
Broca de videa 5/8 - Comp. 30 cm	Un	0,0160	71,50	1,14
Pasta adesiva Strutural A-B	litro	0,0020	30,00	0,06
Shims (Calços de nivelamento - Caixa com 6 conjuntos)	Cj.	0,0060	210,00	1,26
Sarrafo de pinho de 1x4 aparelhado	m	1,7030	4,70	8,00
Sarrafo de pinho tipo 2	m	0,4380	4,80	2,10
Chapa compensada plastificada 18mm	m ²	0,7300	26,45	19,31
Sarrafo de pinho de 1x2 aparelhado	m	0,8500	4,50	3,83
Cantoneiras para fixação de formas de metal rocha	Un	0,1500	4,00	0,60
Grauteamento	Kg.	5,0000	2,71	13,55
Espaçador plástico (Cadeirinha)	Un	33,3330	0,15	5,00
Armador	Hs.	4,4550	18,34	81,70
Ajudante Armador	Hs.	4,4550	15,35	68,38
Carpinteiro	Hs.	1,8270	18,34	33,51
Ajudante Carpinteiro	Hs.	1,6170	15,35	24,82
Pedreiro	Hs.	1,0150	18,34	18,62
Servente	Hs.	0,9070	15,35	13,92
TOTAL				RS 1.188,59

Fonte: Construtora DIASE.

Pelo método construtivo *tilt up* a composição de custos obteve um valor de R\$ 1.188,53 / m³ de *tilt up*.

COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA PRODUÇÃO DE 1 m ³ de VIGAS E PILARES				
ITEM	UNIDADE	CONSUMO	PREÇO	TOTAL
Carpinteiro	Hs.	5,9560	18,34	109,23
Ajudante Carpinteiro	Hs.	5,7630	15,35	88,46
Armador	Hs.	4,8130	18,34	88,27
Ajudante Armador	Hs.	4,2380	15,35	65,05
Pedreiro	Hs.	1,2560	18,34	23,04
Servente	Hs.	1,0580	15,35	16,24
Armadura aço CA-50 superestrutura	Kg.	89,0000	3,20	284,80
Concreto estrutural usinado Fck - 30 MPa	m ³	1,0300	380,00	391,40
Aço CA-25 de 1/4 - 6,35 mm	Kg.	0,6940	3,20	2,22
Prego 18x27	Kg.	0,2400	4,50	1,08
Chapa compensada plastificada 12mm	m ²	0,9600	15,70	15,07
Sarrafo de pinho de 1/4	m	1,9200	1,60	3,07
Pontaleta de pinho de 3x3	m	7,8000	5,32	41,50
Desmoldante para formas	litro	0,3200	12,34	3,95
Tubo de PVC soldável de 20mm	m	6,3500	2,00	12,70
Frete/Mobilização do guindaste	Vb.	0,0009	20000,00	18,00
Acabamento de superfícies com desempenadeira mecânica	m ²	2,0000	5,20	10,40
TOTAL				R\$ 1.174,48

Fonte: Construtora DIASE.

A composição de custos dos sistemas de pré-moldados obteve um valor de R\$ 1.174,48 / m³ de vigas e pilares.

COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA EXECUÇÃO DE 1m ² ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
ITEM	UNIDADE	CONSUMO	PREÇO	TOTAL
Pedreiro	h	1,1240	18,34	20,61
Servente	h	0,8150	15,35	12,51
Argamassa de cimento com areia grossa	m ³	0,0140	285,75	4,00
Argamassa mista com areia grossa 1:2:8	m ³	0,0470	290,95	13,67
Bloco de concreto de vedação 19X19X39	Un	12,0000	2,50	30,00
TOTAL				R\$ 80,80

Fonte: Construtora DIASE.

A composição de custos para a alvenaria de vedação ficou da seguinte forma e obteve um valor de R\$ 80,80 / m² de alvenaria.

17.2- Comparando valores.

Após o levantamento de todo material utilizado pelos métodos construtivos e a elaboração de uma composição de custos obteve-se os valores finais para comparação dos mesmos.

Novamente analisando os projetos executivos dos painéis tilt up obteve-se os volumes totais das placas de tilt up sendo que cada placa possui espessura de 15 cm e chegou aos seguintes resultados:

VOLUME TOTAL DAS PLACAS		
ELEVAÇÃO	VOLUME	UNIDADE
Q	101,70	m ³
R	11,70	m ³
S	97,50	m ³
T	21,00	m ³
801	26,70	m ³
809	5,25	m ³
812	15,75	m ³
813	15,45	m ³
814	27,45	m ³
TOTAL	322,50	m ³
PREÇO do m ³ do Tilt UP	R\$ 1.188,59	
TOTAL FINAL	R\$ 383.320,01	

Fonte: O autor.

De acordo com os materiais levantados obteve-se o volume total de pilares vigas e multiplicando pela composição de custos chegou-se nos seguintes valores:

VOLUME TOTAL DOS PILARES E VIGAS		
PILARES	VOLUME	UNIDADE
	49,93	m ³
VIGAS	126,44	m ³
TOTAL	176,37	m ³
PREÇO DO m ³ DE PILARES E VIGAS	R\$ 1.174,48	
TOTAL FINAL	RS 207.143,04	

Fonte: O autor.

A partir do levantamento da quantidade de alvenaria e da composição de custos do mesmo chegou-se nos seguintes valores:

QUANTITATIVO DE ALVENARIA		
ELEVAÇÃO	ALVENARIA	UNIDADE
Q	678,00	m ²
R	78,00	m ²
S	650,00	m ²
T	140,00	m ²
801	178,00	m ²
809	35,00	m ²
812	105,00	m ²
813	103,00	m ²
814	183,00	m ²
TOTAL	2150,00	m²
PREÇO DO m ² DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO	R\$ 80,80	
TOTAL FINAL	R\$ 173.720,00	

Fonte: O autor

Portanto o resultado final da comparação de valores ficou da seguinte maneira:

COMPARAÇÃO DE PREÇOS PELOS DOIS MÉTODOS	
TOTAL FINAL TILT UP	R\$ 383.320,01
TOTAL FINAL PRÉ-MOLDADOS + ALVENARIA DE VEDAÇÃO	R\$ 380.863,04

Fonte: O autor

18. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.

Para efeito de comparação do tempo de execução dos dois métodos construtivos elaborou-se um cronograma de execução para cada um dos métodos construtivos. Portanto para se determinar o número de dias para a execução dos painéis tilt up realizou-se os seguintes cálculos:

18.1 Cronograma de execução pelo método construtivo *tilt up*.

Somando-se a produção homem hora pelo método construtivo *tilt up* chega-se a uma produção de 14,276 homem hora por m³ de *tilt up* produzido.

De acordo com o levantamento do volume de *tilt up* obtido em projeto que é de 322,50 m³, encontrou-se os seguintes resultados:

$$322,5\text{m}^3 * 14,276 \text{ hh/m}^3 = 4604,01 \text{ hh.}$$

Considerando uma equipe com 21 funcionários trabalhando 8 horas por dia.

$$21 * 8 = 168 \text{ hh/dia}$$

Então:

$4604,01 \text{ hh} / 168 \text{ hh/dia} = 27,4 \text{ dias}$, ou seja, aproximadamente 28 dias conforme cronograma.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO TILT UP						
SEMANA 1						
DIA 01	DIA 02	DIA 03	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07
Forma PN 236	Forma PN 234	Forma PN 232	Forma PN 230	Forma PN 228	SÁBADO	DOMINGO
Forma PN 235	Forma PN 233	Forma PN 231	Forma PN 229	Forma PN 227		
Armação PN 236	Armação PN 235	Armação PN 233	Armação PN 231	Armação PN 229		
Concretagem PN 236	Armação PN 234	Armação PN 232	Armação PN 230	Armação PN 228		
	Concretagem PN 235	Concretagem PN 233	Concretagem PN 231	Concretagem PN 229		
	Concretagem PN 234	Concretagem PN 232	Concretagem PN 230	Concretagem PN 228		

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO TILT UP						
SEMANA 2						
DIA 08	DIA 09	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14
Forma PN 226	Forma PN 224	Forma PN 202	Forma PN 204	Forma PN 206	SABADO	DOMINGO
Forma PN 225	Forma PN 223	Forma PN 203	Forma PN 205	Forma PN 207		
Armação PN 227	Armação PN 225	Armação PN 223	Armação PN 203	Armação PN 205		
Armação PN 226	Armação PN 224	Armação PN 202	Armação PN 204	Armação PN 206		
Concretagem PN 227	Concretagem PN 225	Concretagem PN 223	Concretagem PN 203	Concretagem PN 205		
Concretagem PN 226	Concretagem PN 224	Concretagem PN 202	Concretagem PN 204	Concretagem PN 206		
				lçamento PN 236		
				lçamento PN 235		
				lçamento PN 234		
				lçamento PN 233		
				lçamento PN 232		
				lçamento PN 231		
SEMANA 3						
DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21
Forma PN 208	Forma PN 245	Forma PN 247	Forma PN 212	Forma PN 214	SABADO	DOMINGO
Forma PN 209	Forma PN 246	Forma PN 248	Forma PN 213	Forma PN 215		
Armação PN 207	Armação PN 209	Armação PN 246	Armação PN 248	Armação PN 213		
Armação PN 208	Armação PN 245	Armação PN 247	Armação PN 212	Armação PN 214		
Concretagem PN 207	Concretagem PN 209	Concretagem PN 246	Concretagem PN 248	Concretagem PN 213		
Concretagem PN 208	Concretagem PN 245	Concretagem PN 247	Concretagem PN 212	Concretagem PN 214		
		lçamento PN 230				
		lçamento PN 229				
		lçamento PN 228				
		lçamento PN 227				
		lçamento PN 226				
		lçamento PN 225				
SEMANA 4						
DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28
Forma PN 216	Forma PN 218	Forma PN 220	Forma PN 222	Forma PN 243	SABADO	DOMINGO
Forma PN 217	Forma PN 219	Forma PN 221	Forma PN 241	Forma PN 244		
Armação PN 215	Armação PN 217	Armação PN 219	Armação PN 221	Armação PN 241		
Armação PN 216	Armação PN 218	Armação PN 220	Armação PN 222	Armação PN 243		
Concretagem PN 215	Concretagem PN 217	Concretagem PN 219	Concretagem PN 221	Concretagem PN 241		
Concretagem PN 216	Concretagem PN 218	Concretagem PN 220	Concretagem PN 222	Concretagem PN 243		
lçamento PN 224			lçamento PN 206			
lçamento PN 223			lçamento PN 207			
lçamento PN 202			lçamento PN 208			
lçamento PN 203			lçamento PN 209			
lçamento PN 204			lçamento PN 245			
lçamento PN 205			lçamento PN 246			
SEMANA 5						
DIA 29	DIA 30	DIA 31	DIA 32	DIA 33	DIA 34	DIA 35
Forma PN 249	Forma PN 211	Forma PN 238	Forma PN 240	lçamento PN 216	SABADO	DOMINGO
Forma PN 210	Forma PN 237	Forma PN 239	Armação PN 239	lçamento PN 217		
Armação PN 244	Armação PN 210	Armação PN 237	Armação PN 240	lçamento PN 218		
Armação PN 249	Armação PN 211	Armação PN 238	Concretagem PN 239	lçamento PN 219		
Concretagem PN 244	Concretagem PN 210	Concretagem PN 237	Concretagem PN 240	lçamento PN 220		
Concretagem PN 249	Concretagem PN 211	Concretagem PN 238		lçamento PN 221		
	lçamento PN 247					
	lçamento PN 248					
	lçamento PN 212					
	lçamento PN 213					
	lçamento PN 214					
	lçamento PN 215					
SEMANA 6						
DIA 36	DIA 37	DIA 38	DIA 39	DIA 40	DIA 41	DIA 42
		lçamento PN 222		lçamento PN 211	SABADO	DOMINGO
		lçamento PN 241		lçamento PN 237		
		lçamento PN 243		lçamento PN 238		
		lçamento PN 244		lçamento PN 239		
		lçamento PN 249		lçamento PN 240		
		lçamento PN 210				

Fonte: Construtora DIASE.

De acordo com o cronograma a produção de *tilt up* ficou da seguinte maneira:

Forma para 2 painéis por dia, ou seja média de produção de 25 m²/dia. Armação para 2 painéis por dia, ou seja, média de 2000 Kg.Aço/Dia. Concretagem de 2 painéis por dia, considerando concreto usinado com aceleradores para cura. Içamento de 6 painéis por dia, sempre respeitando um tempo de cura de 7 dias.

18.2- Cronograma de execução dos pilares pré-moldados.

Somando-se o consumo para produção de vigas e pilares por m³ tem-se 23,084 hh/m³ de vigas e pilares.

De acordo com o levantamento do volume de pilares e vigas obtido em projeto que é de 176,37 m³, encontrou-se os seguintes resultados:

$$176,37 \text{ m}^3 * 23,084 \text{ hh/m}^3 = 4071,32 \text{ hh.}$$

Considerando uma equipe com 21 funcionários trabalhando 8 horas por dia.

$$21 * 8 = 168 \text{ hh/dia}$$

Então:

$4071,32 \text{ hh} / 168 \text{ hh/dia} = 24,23 \text{ dias}$, ou seja, aproximadamente 25 dias conforme cronograma.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DOS PILARES PRÉ-MOLDADOS						
SEMANA 1						
DIA 01	DIA 02	DIA 03	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07
Forma P 184	Forma P 188	Forma P 192	Forma P 196	Forma P 200	SÁBADO	DOMINGO
Forma P 185	Forma P 189	Forma P 193	Forma P 197	Forma P 201		
Forma P 186	Forma P 190	Forma P 194	Forma P 198	Forma P 202		
Forma P 187	Forma P 191	Forma P 195	Forma P 199	Forma P 203		
Armação P 184	Armação P 186	Armação P 190	Armação P 194	Armação P 198		
Armação P 185	Armação P 187	Armação P 191	Armação P 195	Armação P 199		
	Armação P 188	Armação P 192	Armação P 196	Armação P 200		
	Armação P 189	Armação P 193	Armação P 197	Armação P 201		
	Concretagem P 184	Concretagem P 188	Concretagem P 192	Concretagem P 196		
	Concretagem P 185	Concretagem P 189	Concretagem P 193	Concretagem P 197		
	Concretagem P 186	Concretagem P 190	Concretagem P 194	Concretagem P 198		
	Concretagem P 187	Concretagem P 191	Concretagem P 195	Concretagem P 199		

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DOS PILARES PRÉ-MOLDADOS						
SEMANA 2						
DIA 08	DIA 09	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14
Forma P 204	Forma P 208	Forma P 212	Forma P 216	Forma P 220	SÁBADO	DOMINGO
Forma P 205	Forma P 209	Forma P 213	Forma P 217	Forma P 221		
Forma P 206	Forma P 210	Forma P 214	Forma P 218	Forma P 222		
Forma P 207	Forma P 211	Forma P 215	Forma P 219	Forma P 223		
Armação P 202	Armação P 206	Armação P 210	Armação P 214	Armação P 218		
Armação P 203	Armação P 207	Armação P 211	Armação P 215	Armação P 219		
Armação P 204	Armação P 208	Armação P 212	Armação P 216	Armação P 220		
Armação P 205	Armação P 209	Armação P 213	Armação P 217	Armação P 221		
Concretagem P 200	Concretagem P 204	Concretagem P 208	Concretagem P 212	Concretagem P 216		
Concretagem P 201	Concretagem P 205	Concretagem P 209	Concretagem P 213	Concretagem P 217		
Concretagem P 202	Concretagem P 206	Concretagem P 210	Concretagem P 214	Concretagem P 218		
Concretagem P 203	Concretagem P 207	Concretagem P 211	Concretagem P 215	Concretagem P 219		
			Içamento P 184	Içamento P 190		
			Içamento P 185	Içamento P 191		
			Içamento P 186	Içamento P 192		
			Içamento P 187	Içamento P 193		
			Içamento P 188	Içamento P 194		
			Içamento P 189	Içamento P 195		
SEMANA 3						
DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21
Forma P 224	Forma P 228	Forma P 232	Armação P 234	Içamento P 208	SÁBADO	DOMINGO
Forma P 225	Forma P 229	Forma P 233	Concretagem P 232	Içamento P 209		
Forma P 226	Forma P 230	Forma P 234	Concretagem P 233	Içamento P 210		
Forma P 227	Forma P 231	Armação P 230	Concretagem P 234	Içamento P 211		
Armação P 222	Armação P 226	Armação P 231		Içamento P 212		
Armação P 223	Armação P 227	Armação P 232		Içamento P 213		
Armação P 224	Armação P 228	Armação P 233				
Armação P 225	Armação P 229	Concretagem P 228				
Concretagem P 220	Concretagem P 224	Concretagem P 229				
Concretagem P 221	Concretagem P 225	Concretagem P 230				
Concretagem P 222	Concretagem P 226	Concretagem P 231				
Concretagem P 223	Concretagem P 227	Içamento P 202				
	Içamento P 196	Içamento P 203				
	Içamento P 197	Içamento P 204				
	Içamento P 198	Içamento P 205				
	Içamento P 199	Içamento P 206				
	Içamento P 200	Içamento P 207				
	Içamento P 201					
SEMANA 4						
DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28
Içamento P 214		Içamento P 220	Içamento P 226	Içamento P 232	SÁBADO	DOMINGO
Içamento P 215		Içamento P 221	Içamento P 227	Içamento P 233		
Içamento P 216		Içamento P 222	Içamento P 228	Içamento P 234		
Içamento P 217		Içamento P 223	Içamento P 229			
Içamento P 218		Içamento P 224	Içamento P 230			
Içamento P 219		Içamento P 225	Içamento P 231			

Fonte: Construtora DIASE.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS VIGAS PRÉ-MOLDADAS						
SEMANA 1						
DIA 01	DIA 02	DIA 03	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07
Forma V 184	Forma V 187	Forma V 190	Forma V 193	Forma V 196	SABADO	DOMINGO
Forma V 185	Forma V 188	Forma V 191	Forma V 194	Forma V 197		
Forma V 186	Forma V 189	Forma V 192	Forma V 195	Forma V 198		
Armação V 184	Armação V 186	Armação V 189	Armação V 192	Armação V 195		
Armação V 185	Armação V 187	Armação V 190	Armação V 193	Armação V 196		
	Armação V 188	Armação V 191	Armação V 194	Armação V 197		
	Concretagem V 184	Concretagem V 187	Concretagem V 190	Concretagem V 193		
	Concretagem V 185	Concretagem V 188	Concretagem V 191	Concretagem V 194		
	Concretagem V 186	Concretagem V 189	Concretagem V 192	Concretagem V 195		
SEMANA 2						
DIA 08	DIA 09	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14
Forma V 199	Forma V 202	Forma V 205	Forma V 208	Forma V 211	SABADO	DOMINGO
Forma V 200	Forma V 203	Forma V 206	Forma V 209	Forma V 212		
Forma V 201	Forma V 204	Forma V 207	Forma V 210	Forma V 213		
Armação V 198	Armação V 201	Armação V 204	Armação V 207	Armação V 210		
Armação V 199	Armação V 202	Armação V 205	Armação V 208	Armação V 211		
Armação V 200	Armação V 203	Armação V 206	Armação V 209	Armação V 212		
Concretagem V 196	Concretagem V 199	Concretagem V 202	Concretagem V 205	Concretagem V 208		
Concretagem V 197	Concretagem V 200	Concretagem V 203	Concretagem V 206	Concretagem V 209		
Concretagem V 198	Concretagem V 201	Concretagem V 204	Concretagem V 207	Concretagem V 210		
			Ïamento V 184			
			Ïamento V 185			
			Ïamento V 186			
			Ïamento V 187			
			Ïamento V 188			
SEMANA 3						
DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21
Forma V 214	Forma V 217	Forma V 220	Forma V 223	Forma V 226	SABADO	DOMINGO
Forma V 215	Forma V 218	Forma V 221	Forma V 224	Forma V 227		
Forma V 216	Forma V 219	Forma V 222	Forma V 225	Forma V 228		
Armação V 213	Armação V 216	Armação V 219	Armação V 222	Armação V 225		
Armação V 214	Armação V 217	Armação V 220	Armação V 223	Armação V 226		
Armação V 215	Armação V 218	Armação V 221	Armação V 224	Armação V 227		
Concretagem V 211	Concretagem V 214	Concretagem V 217	Concretagem V 220	Concretagem V 223		
Concretagem V 212	Concretagem V 215	Concretagem V 218	Concretagem V 221	Concretagem V 224		
Concretagem V 213	Concretagem V 216	Concretagem V 219	Concretagem V 222	Concretagem V 225		
Ïamento V 189	Ïamento V 194		Ïamento V 199	Ïamento V 204		
Ïamento V 190	Ïamento V 195		Ïamento V 200	Ïamento V 205		
Ïamento V 191	Ïamento V 196		Ïamento V 201	Ïamento V 206		
Ïamento V 192	Ïamento V 197		Ïamento V 202	Ïamento V 207		
Ïamento V 193	Ïamento V 198		Ïamento V 203	Ïamento V 208		
SEMANA 4						
DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28
Forma V 229	Forma V 232	Forma V 235	Forma V 238	Forma V 241	SABADO	DOMINGO
Forma V 230	Forma V 233	Forma V 236	Forma V 239	Armação V 240		
Forma V 231	Forma V 234	Forma V 237	Forma V 240	Armação V 241		
Armação V 228	Armação V 231	Armação V 234	Armação V 237	Concretagem V 238		
Armação V 229	Armação V 232	Armação V 235	Armação V 238	Concretagem V 239		
Armação V 230	Armação V 233	Armação V 236	Armação V 239	Concretagem V 240		
Concretagem V 226	Concretagem V 229	Concretagem V 232	Concretagem V 235	Concretagem V 241		
Concretagem V 227	Concretagem V 230	Concretagem V 233	Concretagem V 236			
Concretagem V 228	Concretagem V 231	Concretagem V 234	Concretagem V 237			
	Ïamento V 209		Ïamento V 214			
	Ïamento V 210		Ïamento V 215			
	Ïamento V 211		Ïamento V 216			
	Ïamento V 212		Ïamento V 217			
	Ïamento V 213		Ïamento V 218			

SEMANA 5						
DIA 29	DIA 30	DIA 31	DIA 32	DIA 33	DIA 34	DIA 35
lçamento V 219	lçamento V 224		lçamento V 229		SÁBADO	DOMINGO
lçamento V 220	lçamento V 225		lçamento V 230			
lçamento V 221	lçamento V 226		lçamento V 231			
lçamento V 222	lçamento V 227		lçamento V 232			
lçamento V 223	lçamento V 228		lçamento V 233			
SEMANA 6						
DIA 36	DIA 37	DIA 38	DIA 39	DIA 40	DIA 41	DIA 42
lçamento V 234	lçamento V 239				SÁBADO	DOMINGO
lçamento V 235	lçamento V 240					
lçamento V 236	lçamento V 241					
lçamento V 237						
lçamento V 238						

Fonte: Construtora DIASE.

De acordo com o cronograma a produção de vigas e pilares ficaram da seguinte maneira:

Produção de forma para 4 pilares e 3 vigas por dia, ou seja, média de produção de 80 m²/dia. Armação para 4 pilares e 3 vigas por dia, ou seja, média de 1800 Kg.Aço/Dia. Concretagem de 4 pilares e 3 vigas por dia, considerando concreto usinado com aceleradores para cura. lçamento de 6 pilares e 5 vigas por dia, sempre respeitando um tempo de cura de 7 dias.

18.3- Cronograma de execução da alvenaria de vedação.

Somando-se o consumo para produção de alvenaria de vedação por m² tem-se 1,939 hh/m² de alvenaria.

De acordo com o levantamento da quantidade de alvenaria necessária para fechamento do prédio administrativo obtido em projeto que é de 2150 m², encontrou-se os seguintes resultados:

$$2150 \text{ m}^2 * 1,939 \text{ hh/m}^2 = 4168,85 \text{ hh.}$$

Considerando uma equipe com 20 funcionários trabalhando 8 horas por dia.

$$20 * 8 = 160 \text{ hh/dia}$$

Então:

$4168,85 \text{ hh} / 160 \text{ hh/dia} = 26,05 \text{ dias}$, ou seja, aproximadamente 27 dias conforme cronograma.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO						
SEMANA 1						
DIA 01	DIA 02	DIA 03	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07
NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 2						
DIA 08	DIA 09	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14
NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 3						
DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21
NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 4						
DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28
NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 5						
DIA 29	DIA 30	DIA 31	DIA 32	DIA 33	DIA 34	DIA 35
NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 6						
DIA 36	DIA 37	DIA 38	DIA 39	DIA 40	DIA 41	DIA 42
NÃO HOUE PRODUÇÃO	NÃO HOUE PRODUÇÃO	Assentamento de 160 m ² de alvenaria no eixo Q	Assentamento de 160 m ² de alvenaria no eixo Q	Assentamento de 160 m ² de alvenaria no eixo Q	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 7						
DIA 43	DIA 44	DIA 45	DIA 46	DIA 47	DIA 48	DIA 49
Assentamento de 160 m ² de alvenaria no eixo Q	Assentamento de 38 m ² de alvenaria no eixo Q + Assentamento de 105 m ² no eixo 812	Assentamento de 78 m ² de alvenaria no eixo R + Assentamento de 83 m ² no eixo 814	Assentamento de 100 m ² de alvenaria no eixo 814 + Assentamento de 60 m ² no eixo 813	Assentamento de 43 m ² de alvenaria no eixo 813 + Assentamento de 131 m ² no eixo S	SÁBADO	DOMINGO

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO						
SEMANA 8						
DIA 50	DIA 51	DIA 52	DIA 53	DIA 54	DIA 55	DIA 56
Assentamento de 173 m ² de alvenaria no eixo S	Assentamento de 173 m ² de alvenaria no eixo S	Assentamento de 173 m ² de alvenaria no eixo S	Assentamento de 140 m ² de alvenaria no eixo T + Assentamento de 18 m ² no eixo 801	Assentamento de 160 m ² de alvenaria no eixo 801	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 9						
DIA 57	DIA 58	DIA 59	DIA 60	DIA 61	DIA 62	DIA 63
Assentamento de 35 m ² de alvenaria no eixo 809	Chapisco de 1100 m ² de alvenaria	Chapisco de 1050 m ² de alvenaria	Reboco de 190 m ² de alvenaria no eixo Q	Reboco de 190 m ² de alvenaria no eixo Q	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 10						
DIA 64	DIA 65	DIA 66	DIA 67	DIA 68	DIA 69	DIA 70
Reboco de 190 m ² de alvenaria no eixo Q	Reboco de 108 m ² de alvenaria no eixo Q + Reboco de 78 m ² no eixo R	Reboco de 183 m ² de alvenaria no eixo 814	Reboco de 140 m ² de alvenaria no eixo T + Reboco de 105 m ² no eixo 812	Reboco de 35 m ² de alvenaria no eixo 809 + Reboco de 103 m ² no eixo 813	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 11						
DIA 71	DIA 72	DIA 73	DIA 74	DIA 75	DIA 76	DIA 77
Reboco de 178 m ² de alvenaria no eixo 801	Reboco de 190 m ² de alvenaria no eixo S	Reboco de 190 m ² de alvenaria no eixo S	Reboco de 190 m ² de alvenaria no eixo S	Reboco de 80 m ² de alvenaria no eixo S	SÁBADO	DOMINGO

Fonte: Construtora DIASE.

De acordo com o cronograma a produção de alvenaria de vedação ficaram da seguinte maneira:

Pelo fato do prédio administrativo obter grandes paredões em linha reta a produtividade de alvenaria de vedação se torna maior. Um pedreiro e um ajudante consegue produzir diariamente 16 m² de assentamento de alvenaria por dia e consegue rebocar 19 m² de alvenaria por dia. Um detalhe importante é que somente pode se dar início a alvenaria quando todas as peças de pilares e vigas tiverem sido içadas, ou seja, poderá dar início somente na semana 6, mais precisamente no dia 38.

19. CONCLUSÃO.

Devido à grande necessidade por prazos que o mercado se impõe hoje em dia, deve-se cada vez mais estar à procura de novos e práticos métodos construtivos que nos atendam tanto financeiramente quanto em rapidez na execução.

O sistema construtivo *tilt up*, em geral, apresentam um custo um pouco parecido com o sistema de pré-moldados. Já em termos de planejamento, controle e agilidade não há a menor dúvida sobre a adoção de *tilt up*, pois eles têm um resultado bem mais satisfatório que outro método.

Por outro lado, falando-se em números, os valores totais de materiais e execução pelos dois métodos construtivos se equiparam, tendo o método construtivo *tilt up* um valor de R\$ 2.500,00 aproximadamente maior que o de sistema de pré-moldados e alvenaria de vedação. Valor na qual pode ser considerado muito baixo quando se olha no cronograma de execução dos dois métodos.

Pelo método construtivo *tilt up* o prédio administrativo será executado em 6 semanas, aproximadamente 28 dias. E pelo método de sistema de pré-moldados com alvenaria de vedação será executado em 11 semanas, aproximadamente 75 dias.

Portanto, pode-se afirmar que a escolha do melhor método construtivo para tal de estudo de caso é sem dúvidas o método construtivo *tilt up* por ter valor equiparado ao sistema de pré-moldados e alvenaria de vedação, mas no quesito tempo de execução o método construtivo *tilt up* se sobressai em relação ao outro método pelo fato de ser executado com muito mais rapidez. Fato este que significa que quanto maior o tempo de execução de uma obra, maior será o seu custo por conta dos profissionais e equipamentos.

20. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT- **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** - NBR 6136. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT- **Projeto e execução em estruturas em Concreto Pré-Moldado**- NBR 9062. Rio de Janeiro, 2006.

ALVENARIA CONVENCIONAL. Disponível em < http://www.fkct.com.br/alvenaria_convencional.html> . Acesso em 10 de maio de 2015.

ALVENARIA DE VEDAÇÃO. Disponível em < <http://www.pergamum.udesc.br>> Acesso em 09 de abril de 2015.

ALVENARIA DE VEDAÇÃO. HISTÓRIA. Disponível em <<http://pt.slideshare.net/Faumack/alvenaria-tenica-e-arte>>. Acesso em 07 de abril de 2015.

BENEFÍCIOS DO TILT UP: DIASE. Disponível em < <http://www.diase.com.br/tilt-up>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

BRUMATTI, D. **O uso de pré-moldados** – Estudo e Viabilidade. 2008. 54p. Monografia (Especialista em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

Composição de custos. **Engenheira de Planejamento Pamela Dias** – Entrevista e esclarecimentos. Julho de 2015.

Construtora DIASE. **Engenheiro Coordenador Flávio Tomas** – Entrevista e esclarecimentos. Julho de 2015.

Cronograma de execução da obra. **Engenheiro de Produção Renato Dias** – Entrevista e esclarecimentos. Julho de 2015.

DIASE. Fotos. Disponível em < <http://www.diase.com.br/tilt-up>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

IMAGEM DO SELO DE ALTA QUALIDADE AMBIENTAL LEED SILVER.
Disponível em: http://www.cdeco.com/?attachment_id=109. Acesso em 07 de abril de 2015.

GALDIERI, M. **Sistema Construtivo Tilt- Up**: Uma alternativa aos sistemas Pré-fabricados. São Paulo, 2002. 43P.

HARUNA, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos sistemas construtivo: formulação e aplicação de uma metodologia**, 1989. 336P. Tese (Doutorado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

IPT- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

KHALIL, Mounir. **Concreto pré moldado**. Disponível em <<http://www.set.eesc.usp.br/portal/pt/livros/354-concreto-premoldado-fundamentos-aplicacoes>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: O nome da Rosa, 2000.

OGGI FRANCISCO. O crescimento da técnica. (2011). Disponível em <<http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-tilt-up.html>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

O POTENCIAL DO TILT UP SEGUNDO OGGI (2011): ABESC. Disponível em <<http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-tilt-up.html>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

O QUE É TILT UP. Disponível em <<http://www.tiltup.com/>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

PREMIAÇÕES TILT UP: (TCA) TILT UP CONCRETE ASSOCIATION. Disponível em <<http://www.tilt-up.org/awards/>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

PRÉ MOLDADOS. Disponível em <<http://www.joharc.com.br/pre-moldados>>. Acesso em 08 de maio de 2015.

PRÉ-MOLDADOS. Disponível em < <http://www.pos.demc.ufmg.br>>. Acesso em 28 de março de 2015.

PRE-MOLDADOS: VANTAGENS. Disponível em < <http://compactapremoldados.com.br/vantagens/>>. Acesso em 06 de maio de 2015.

PROCESSO DE EXECUÇÃO DO TILT TUP: BEDROCKCORP. Disponível em < <http://bedrockcorp.net/node/8>>. Acesso em 09 de maio de 2015.

QUALIDADE TILT UP. Disponível em < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/131/artigo285424-2.aspx>>. Acesso em 01 de abril de 2015.

Quantitativo de materiais. **Projetos executivos da Construtora DIASE** – Julho de 2015.

SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos sistemas construtivo: formulação e aplicação de uma metodologia**, 1989. 336P. Tese (Doutorado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SEBRAE: O BLOCO Disponível em <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-tijolo-de-concreto>>. Acesso em 12 de maio de 2015.

SISTEMA CONVENCIONAL Disponível em <http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/sistema-convencional-e-tilt-up-sao-opcoes-para-construcao-de-galpoes_8251_0_1>. Acesso em 13 de abril de 2015.

SISTEMA TILT UP Disponível em < <http://blogdopetcivil.com/2012/04/16/sistema-tilt-up/>>. Acesso em 08 de maio de 2015.

SISTEMA TILT UP Disponível em <<http://www.catep.com.br/foruns/SISTEMA%C2%A0TILT-UP.htm>>. Acesso em 10 de maio de 2015.

SOBRE A (TCA) TILT UP CONCRETE ASSOCIATION: RECURSOS. Disponível em < <http://www.tilt-up.org/resources/>> Acesso em 09 de maio de 2015.

SUPERIOR, Dayton. **Manual de construção do tilt up**. Ed.2015

VANTAGENS DO TILT UP: CARBONE CONSTRUTORA. Disponível em <
<http://www.carboneconstrutora.com.br/tiltup-sistema.php>>. Acesso em 15 de maio de
2015.