

16 COMPARAÇÃO DO TEMPO E MÃO DE OBRA CONSUMIDA NA EXECUÇÃO DE LAJES PRÉ-FABRICADAS NO CANTEIRO DE OBRA E LAJES FABRICADAS IN-LOCO

PEREIRA, Jonatas¹

Faculdades Integradas Maria Imaculada
jonataspereira24@yahoo.com.br

COSTA, Odilon Antonio Leme²

Faculdades Integradas Maria Imaculada
odilonacosta@gmail.com

RESUMO

A construção civil comparada a outros ramos industriais apresenta um grande atraso em sua evolução, os métodos para construção de habitações são primários demonstra baixa produtividade, desperdício de materiais, morosidade, falta de controle na qualidade. A fabricação de pré-moldados no canteiro de obra, uma técnica que proporcionou grande redução, no tempo de execução, no madeiramento, na mão de obra e nas etapas de construção. Foi comparado o tempo que se consome na fabricação do método pré-fabricado em canteiro de obras com o método fabricado in-loco. Acompanhou-se a produção do conjunto de 16 lajes pré-fabricadas de concreto maciço, total de 216m² onde observou-se as etapas de execução, a quantidade de mão de obra envolvida, e o tempo consumido na produção. Observou-se que a pré-fabricação em canteiro de obra aumenta a racionalização, rapidez de execução e o controle nos processos de produção. Conclui-se que a pré-fabricação em canteiro de obra tornou-se viável quando se verificou o tempo de execução construtivo, quantidade da mão de obra envolvida que se obtém na linha de produção.

Palavras-chave: Laje Pré-fabricada em canteiro de obra. Processo construtivo. Redução de tempo na execução. Laje Pré-fabricada in-loco.

¹ Engenheiro civil pelas FIMI (2017); Gestor Financeiro Pela UNIARARAS (2011) Formado em Gestão Financeira pela Universidade Hermínio Ometo (2011)

² Doutor em Engenharia Agrícola – Unicamp – outubro/2006; Especialista em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas – UFPb – dezembro de 1998; Engenheiro Civil – Escola de Engenharia de São Carlos – USP – janeiro/1976; Professor Titular do Instituto Maria Imaculada – Mogi Guaçu – desde de fevereiro/2013.

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil tem sido considerada uma indústria atrasada quando comparada a outros ramos industriais. A razão disso está no fato de ela apresentar, de uma maneira geral, baixa produtividade, grande desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade. (EL DEBS, 2000).

Uma das formas encontradas para diminuir esse atraso é com a utilização de novas técnicas como os elementos pré-fabricados de concreto. O emprego dessas técnicas recebe a denominação de concreto-pré-moldado ou de pré-moldagem e as estruturas formadas pelos elementos pré-fabricados recebem a denominação de estruturas de concreto pré-fabricado. Os elementos pré-fabricados têm como vantagem em relação aos métodos tradicionais atuar no sentido de redução do custo de materiais das estruturas de concreto, materiais utilizados são basicamente concretos e armadura, tendo uma economia considerável já que não há utilização de fôrmas e cimbramento que gera um custo considerável no concreto armado feito em obra. (SIRTOLI, 2015, p.11).

Segundo Sirtoli (2015) a linha de produção mais organizada com repetições das atividades, produções em alta escala são características da industrialização apresentada em um setor de pré-moldagem, que simplifica a execução, reduz desperdícios obtendo alto controle de qualidade durante a sua produção. Para não haver riscos e erros em grande escala é de grande importância e obrigatoriedade o treinamento eficaz da mão de obra, tornando-a qualificada.

O uso de pré-moldados está ligado também à racionalização, já que a uma economia na utilização de materiais (SIRTOLI, 2015).

Segundo Sirtoli (2015, p.12) “a racionalização e a industrialização caminham juntas. A aplicação de medidas racionalizadas aumenta o nível organizacional dos processos, que é à base da industrialização.” Entendeu-se por industrialização da construção o:

“processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho, técnicas de planejamento e controle objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva” (FRANCO, 1992, p. 319).

A indústria de pré-moldados e pré-fabricados está crescendo, com isso também a sua gama de produtos, como, pilares, lajes, vigas, estacas, painéis, telhas, escadas, entre outros, percebe-se que quase tudo pode ser pré-fabricado na construção civil. Estes produtos podem ser aplicados em todos os tipos de construções, desde as mais simples, como casas de

pequeno porte, até as construções mais complexas, como grandes indústrias, fábricas e mercados, onde tem sido mais aplicadas devido a uma de suas características que é a redução de tempo de construção (SIRTOLI, 2015).

O objetivo é analisar a pré-fabricação de lajes maciças no canteiro de obra onde se observou o método construtivo comparando o tempo, e a mão de obra que se consome com a pré-fabricação de lajes em canteiro de obras e a pré-fabricação de lajes in-loco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

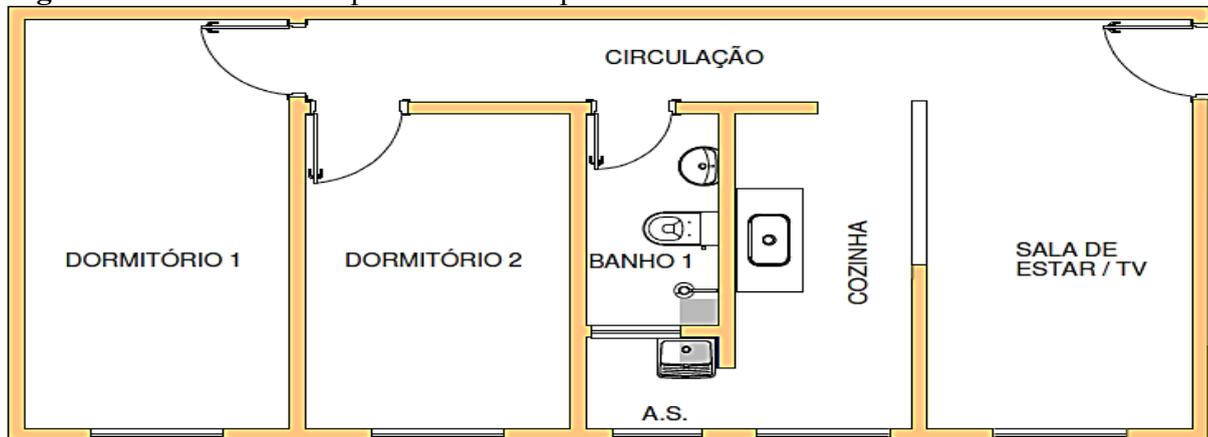
A pesquisa foi realizada no Condomínio “Parque imperial” obra em andamento na rua: Oswaldo Ferreira, 404, cidade de Mogi - Mirim - SP. Trata-se de um condomínio de porte econômico, com 224 unidades distribuídas em 14 torres, com 04 pavimentos cada (térreo + três pavimentos tipo) com quatro apartamentos por andar conforme **(Figura 1)**. Os apartamentos, representados pela planta baixa da **(Figura 2)** possuem área útil de 54m², dividida em dois dormitórios, estar/jantar, WC e cozinha. O empreendimento é constituído por edifícios em formato simétrico, construídos em alvenaria estrutural utilizando blocos em concreto, sendo lajes, escadas, patamares e vigas composto por elementos pré-moldados do tipo leve que são pré-fabricados no canteiro de obra.

Figura 1 - Implantação do condomínio



Fonte: “Adaptada do” site da empresa estudada, 2017.

Figura 2 - Planta baixa arquitetônica dos apartamentos

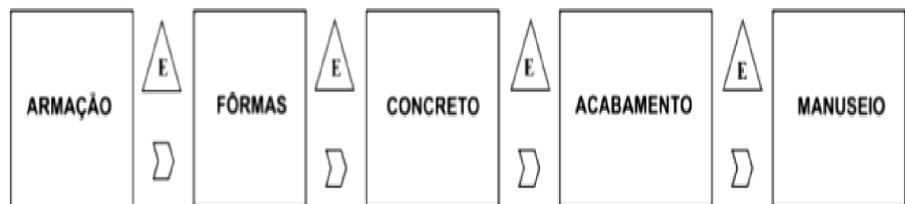


Fonte: “Adaptada do” site da empresa estudada, 2017.

Para Sirtoli (2015 p. 29-33):

A execução dos elementos pré-fabricados numa indústria é dividida basicamente nas seguintes etapas, conforme mostradas na (Figura 1).

Figura 1- Etapas da produção de elementos pré-fabricados



Fonte: MUNTE, 2007

Onde:



E: Tempo de espera entre uma etapa e a sua subsequente da produção.

a) **ARMAÇÃO:** Consiste simplesmente na preparação das armaduras, dobramento ou corte das barras longitudinais e estribos, amarrações são feitas conforme determinação dos projetos.

É imprescindível que a armadura esteja de acordo com as dimensões de projeto, de modo a evitar cobrimentos menores que os especificados.

b) **FÔRMAS (Figura 2):** Na pré-fabricação para favorecer a repetição dos elementos construtivos, as fôrmas são predominantemente metálicas e tem como vantagem adicional de resultar em melhor acabamento da peça.

A qualidade das fôrmas tem que ser redobrada, pois qualquer imperfeição na fôrma fica marcada no concreto. Antes do lançamento deve ter cuidados como, limpeza das superfícies internas, e estar suficientemente estanques, impedindo a fuga da argamassa pelas juntas, para obter tal resultado é utilizados selantes e/ou cantoneiras, outros cuidados que deve se ter é com o nivelamento e prumo, em conformidade com o tolerado.

O desmoldante é colocado antes da colocação da armadura para evitar a aderência do concreto á forma. Ele deve ser espalhado homogeneamente, evitando excessos e falta ao longo das fôrmas.

Figura 2: Exemplo de forma metálica de viga.



Fonte: MUNTE, 2007.

c) **CONCRETO:** Compreendem a dosagem, lançamento e adensamento do concreto, cura e desmoldagem. O concreto pré-fabricado não deve apresentar imperfeições na estética das peças, pois normalmente são utilizados de modo aparente, como material de acabamento.

É mais interessante garantir a qualidade das peças em cada estágio da produção do que se tentar corrigir e reparar defeitos nas peças depois de prontas.

O adensamento é uma atividade importante na execução do concreto pré-moldado, pois ele tem forte implicação na qualidade do concreto e na produtividade do processo.

As principais formas de adensamento empregadas são: vibração, centrifugação, prensagem e vácuo. A cura de uma peça de concreto consiste em manter um índice satisfatório de umidade e temperatura para o concreto recém-misturado, para que se possam desenvolver as reações de hidratação da pasta de cimento a fim de obter as propriedades desejadas para o concreto. Resistência e durabilidade da peça só são atingidas se a cura for promovida de maneira adequada. Alguns cuidados que devem ser tomados durante a cura, o concreto deve estar protegido do sol e de correntes de vento que incidam diretamente sobre as peças pré-fabricadas. O uso de agentes de cura (aditivos) pode contribuir positivamente nessa etapa.

A desmoldagem normalmente é feita via equipamento mecânico, é necessário dispositivo de içamento.

d) **ACABAMENTO:** Se for necessário sempre se deve fazer reparo nas estruturas que apresentarem problemas como fissuras, bolhas ou bicheiras, os quais possam trazer prejuízos estéticos ao elemento. Para preencher os pequenos defeitos de execução são feitas as estucagens (argamassa), e o caldeamento (pasta fluida) é aplicado na superfície do concreto para conferir maior homogeneidade às superfícies, depois de reparadas.

e) **MANUSEIO:** Para peças moldadas em fôrmas horizontais, deve-se ter cuidado em posicionar espuma ou qualquer outro material que possa amortecer abaixo da fôrma, de maneira a aliviar o impacto causado no saque da peça. Já para as peças moldadas em fôrmas verticais, normalmente precisam ser deitadas em uma plataforma onde se procede a desmontagem dos painéis componentes da mesma. Cuidado na retirada desses painéis, uma vez que, devido ao peso, eles podem

danificar a peça. Quando da retirada da peça da fôrma também se deve ter o cuidado de utilizar um material que tem por finalidade amortecer.

3 RESULTADOS

As lajes pré-fabricadas planas e maciças são consideradas completamente pré-fabricadas porque são produzidas totalmente pelo processo industrializado, ou seja, numa fábrica produtora ou em uma central implantada dentro do próprio canteiro de obras (**Figura 3**), no qual é necessária a utilização de apoio mecanizado para o transporte e para a montagem.

Trata-se de lajes que variam de espessura de 10 cm a 12 cm e dimensões com vãos de 2,5 metros de largura a 8,00 metros em geral de comprimento (**Figura 4**), portanto vencem pequenos vãos dependendo do dimensionamento dado pelo calculista, sendo necessário o apoio por completo na alvenaria estrutural.

O dimensionamento é feito para que suportem os vãos com apenas malhas de tela soldada tipo Q e reforços pontuais nos ganchos de içamento para montagem e deslocamento das mesmas.

Figura 3- Pista de produção / lajes pré-fabricadas.



Fonte: AUTOR, 2017.

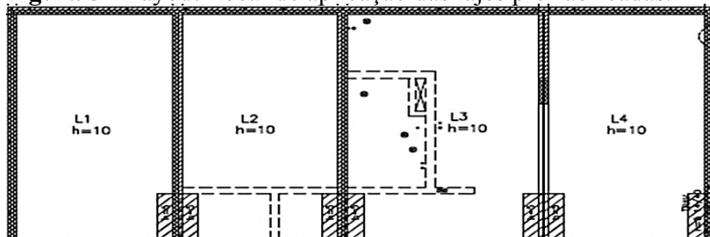
Figura 4- Lajes pré-fabricadas armazenamento.



Fonte: AUTOR, 2017.

As formas das lajes pré-fabricadas foram montadas no canteiro de obra, para melhor logística e transporte; Cada apartamento compõem 04 tipos de lajes “L1, L2, L3, L4” sendo três delas com medidas iguais (**Figura 5**).

Figura 5 - Layout -local de aplicação das lajes pré-fabricadas.



Fonte: AUTOR, 2017.

A pista de preparo das lajes (**Figura 6**) não possui qualquer função estrutural, não houve necessidade de nenhum projeto específico. O concreto utilizado para a fabricação da pista foi de fck 30 MPa (**Figura 7**).

Figura 6 - Preparação da pista para os pré-moldados.



Fonte: AUTOR, 2017.

Figura 7 - Pista concretada com Fck 30 Mpa.



Fonte: AUTOR, 2017.

A produção das fôrmas baseia-se na técnica utilizada para execução de pisos de concreto. As placas possuem espessura média de 12 cm, sustentada por cantoneiras metálicas (**Figura 8**). Para execução de diversos rebaxos, frisos e acabamentos nas bordas foi determinado que se utilizassem cantoneiras de ferro, quadros de metalon e frisos trapezoidais de madeiras de 05 cm de altura para a previsão das futuras ligações das instalações elétricas e hidráulicas entre uma placa e outra ou entre um pavimento e outro.

Figura 8 - Montagem das formas de lajes pré-fabricadas na pista

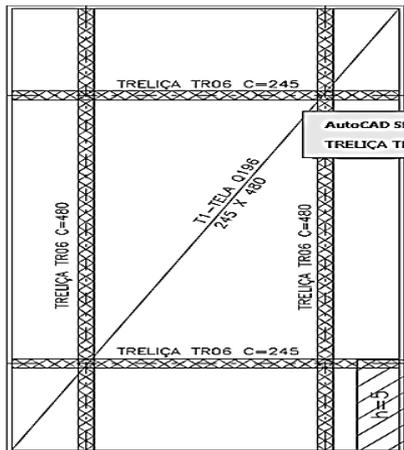


Fonte: AUTOR, 2017.

A armação obedeceu a um projeto específico para cada placa em função de seu modelo, sendo composta por uma camada de tela soldada Q196, e com treliças TR06 para reforço nos ganchos de içamento (**Figura 9**).

Utilizando-se dos projetos elétricos e hidráulicos, os eletrodutos e os pontos da rede de esgoto e água fria são instalados na laje que posteriormente será concretada (**Figura 10**).

Figura 9 - Projeto de armação



Fonte: AUTOR, 2017.

Figura 10 - Instalação elétrica nas formas



Fonte: AUTOR, 2017.

O lançamento e o adensamento do concreto (**Figura 11**) obedecem aos padrões estabelecidos, sendo determinado para as placas o fck 30 MPa, conseguindo assim, alcançar valores mínimos de resistência da peça para realizar a desforma e o içamento dos painéis com segurança, em tempo bem menor que o convencional realizado.

Figura 11 - Concretagem da laje pré-fabricada em canteiro de obra.



Fonte: AUTOR, 2017.

A laje pré-fabricada é dimensionada conforme sua disposição e esforços aplicados. Como na maioria dos pré-moldados, um dos momentos de maior esforço localizado é o içamento da placa de concreto onde os cálculos estruturais são específicos definindo os locais de reforço do aço e a característica do concreto usinado. Para içamento em 24 horas é necessário uma resistência mínima de 12 Mpa para que a integridade da laje seja garantida, no relatório abaixo demonstra a resistência alcançada em 24 horas de 17,9 Mpa atendendo ao mínimo para que a peça resista ao esforço do içamento. Veja o relatório de ensaio (Figura 12).

Figura 12 – Relatório de ensaio do concreto.



concre-test
RELATÓRIO DE ENSAIO
 Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos
 ABNT NBR 5739: 2007

RELATÓRIO Nº: 662876 REV.: 0

CONTRATANTE : MLLC MOGI MIRIM EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS SPE LTDA CÓD.:200200102 / 30
ENDEREÇO : AV NOSSA SENHORA DE FATIMA 291 SALA 7 - JD SÃO MANUEL - AMERICANA - SP
OBRA : PARQUE IMPERIAL /PARQUE IMPERIAL*
ENDEREÇO : RUA OSVALDO FERREIRA, S/N LOTE 01 - JD SCOMPARIM - MOGI MIRIM - SP

CENTRAL DOSADORA : QUAGLIO **DOSAGEM**: Não Informada.
DATAS MOLDAGEM: 16/09/16 **ENSAIO** : 17/09/16
IDADE : 24:00 HORAS
fck : 30,0 MPa **ABATº ESPECIFICADO**: 100±20 mm
MOLDADOR : CONTRATANTE

DIMENSÕES NOMINAIS: CILÍNDRICOS 100 mm x 200 mm

CP Nº	DIAM. (mm)	ALT. (mm)	RESISTÊNCIA (MPa)		NOTA FISCAL	ABAT. (mm)	HORA MOLD	VOL. (m³)	LOCAL DE APLICAÇÃO E OBSERVAÇÕES
			CP	EXEMPLAR					
21	100,3	194,6	17,6	17,9	7071	--	11:00	8,5	CORPOS DE PROVA MOLDADOS E IDENTIFICADOS PELO CONTRATANTE: PRÉ-MOLDADO: L01, L02, L03, L04, L05, L06, E 2 VIGAS DO SALÃO DE FESTA.
22	100,3	197,1	17,9						

Ensaios
NBR ISO/IEC
17025



CRL 0849

Máquina de Ensaio: 016 MQE Classe: 1 Certificado: DNTT 127C-16 - DINATESTES Data Validade: 26/02/2017
 Preparação das bases: RETIFICAÇÃO - Camara Úmida, Condições de Cura: Umidade: >95 - Temperatura: 21±2 °C

Fonte: AUTOR, 2017

Após 24 horas da concretagem as lajes são sacadas e encaminhadas para a instalação na alvenaria ou armazenamento, onde atingirá sua resistência máxima.

Para aplicação imediata das lajes na alvenaria após a disforma foi necessário o rastreamento do seu lote, garantindo o controle da localização até que se atinja a resistência específica em projeto de 30 MPa.

A montagem das placas é normalmente, realizada por guindastes com capacidade de carga de 30 toneladas. Devido ao seu plano de rigging a máquina suporta a situação oferecida pela obra içando as lajes com o máximo de 10 toneladas, **(Figura 13)**.

Quando o içamento não é bem sucedido, causando desequilíbrio, transmitindo esforços nos cabos de forma desigual, ou quando o corre a falta de resistência mínima no concreto, tudo isso pode acarretar trincas e fissuras, causando a perda da função estrutural da peça e condenando-a. Veja o local da instalação **(Figura 14)**.

Após a instalação das lajes **(Figura 15)** as emendas entre uma laje e outra com espessura de 05 cm de rebaixamento são concretadas com uma ferragem de cobertura e micro concreto especial de 30 MPa “Graute”, isso proporciona uma soldagem entre uma laje e outra, impedindo a sua movimentação.

Figura 13 – içamento da laje.



Figura 14 - Local de instalação das lajes.



Fonte: AUTOR, 2017.

Figura 15- Lajes instaladas na alvenaria.



Fonte: AUTOR, 2017.

Fonte: AUTOR, 2017.

Após observar a execução e montagem dos elementos pré- moldados em canteiro de obra foi possível mensurar o tempo gasto entre o método construtivo da pré-fabricação de lajes maciças em canteiro de obra com o método construtivo convencional de lajes maciças onde se tem todo o preparo no local da alvenaria “in-loco”.

A tabela 1 apresenta o tempo que se consumiu na pré-fabricação em canteiro de obra do conjunto de 16 lajes com área total de 216 m² correspondente à cobertura de um andar com 04 apartamentos, com a mão de obra de 01 pedreiro e 01 ajudante.

Tabela 1 - Descrição e horas trabalhadas na pré-fabricação no canteiro de obra.

Etapa	Mão de obra para fabricação: 01 pedreiro, 01 ajudante	Horas trabalhadas									
	Serviço	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Preparação da pista e ajuste das formas						6				
2	Corte da ferragem e posicionamento						6				
3	Posicionamento da instalação elétrica					5					
4	Posicionamento dos pontos hidráulicos		2								
5	Aplicação do desmoldante	1									
6	Concretagem e acabamento				4						
7	Tempo de cura mínimo para desmolde										24
8	Instalação das lajes na estrutura				3						
9	Limpeza da pista após desforma "setup"				3						
Total de Horas entre produção, instalação e setup		54									
Total em dias uteis trabalhados		6									

A pré-fabricação das lajes em canteiro de obra nos apresenta uma grande redução no tempo de execução, gerando frente de serviço, logo após serem instaladas já se pode iniciar a alvenaria; o madeiramento para escoras e forma não são necessários neste sistema, com apenas 01 pedreiro e 01 ajudante é possível alcançar a produção de 216 m² de laje concretada e instaladas em apenas 06 dias uteis de trabalho, é de grande relevância a eficiência deste método construtivo nos dias de hoje, onde se exige rapidez na execução que somente serão alcançadas com a industrialização dos processos.

Os resultados da tabela acima foram coletados em canteiro de obra na observação e registro do tempo gasto de cada etapa em execução.

A tabela 2 apresenta o tempo que se consumiu na fabricação das lajes maciças moldadas no local da alvenaria “in-loco”, necessitando de escoramentos, montagem das formas, montagem das armaduras, para a coleta das informações do tempo consumido de cada serviço foi consultado o TCPO - Tabela de composições de preço para orçamentos, a composição é o detalhamento de um determinado serviço que expressa à descrição, quantidades, produtividades e custos unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de medida desse serviço.

Fazendo uma analogia com uma receita culinária, para fazer um bolo de chocolate são necessários x gramas de farinha, y ovos, n horas de cozinheiro, etc. Para executar 1m² de alvenaria, são necessários x tijolos, x kg de argamassa, n horas de pedreiros.

A TCPO é um dos índices mais importantes da construção civil. Sua primeira edição foi lançada em 1955. Desde então, a tabela tem fornecido informações confiáveis a engenheiros e construtores. Quem produz a versão oficial da tabela é a Pini, portal de notícias da construção que também realiza pesquisas quantitativas e qualitativas.

Tabela 2 - Descrição dos serviços e horas trabalhadas na fabricação de lajes maciças in-loco.

MONTAGEM DA LAJE					
Código	Descrição	Un.	Clas.	Coef.	Consumo
05.006.000065.SER	Forma para lajes, com chapa compensada plastificada, e=12mm, pré fabricada - montagem	m ²			
01.001.000003.MOD	Ajudante de carpinteiro	h	MOD	0,074	15,984
01.007.000001.MOD	Carpinteiro	h	MOD	0,297	64,152
Código	Descrição	Un.	Clas.	Coef.	Consumo
05.003.000010.SER	Montagem de escoramento em madeira para lajes de edificação, com pontaletes	m ²			
01.001.000003.MOD	Ajudante de carpinteiro	h	MOD	0,02	4,32
01.007.000001.MOD	Carpinteiro	h	MOD	0,115	24,84
Código	Descrição	Un.	Clas.	Coef.	Consumo
05.001.000007.SER	Armadura de aço CA-50 para lajes Ø 8,0 mm, montagem (aço adquirido cortado e dobrado)	kg			
01.001.000002.MOD	Ajudante de amador	h	MOD	0,0465	53,94
01.011.000001.MOD	Amador	h	MOD	0,031	35,96
Código	Descrição	Un.	Clas.	Coef.	Consumo
16.011.000059.SER	Eletróduto de PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	m			
01.001.000004.MOD	Ajudante de eletricista	h	MOD	0,15	15,00
01.009.000001.MOD	Eletricista	h	MOD	0,15	15,00
DESMONTAGEM					
Código	Descrição	Un.	Clas.	Coef.	Consumo
05.006.000074.SER	Forma para lajes, com chapa compensada plastificada, e=12mm, pré fabricada - desmontagem	m ²			
01.001.000003.MOD	Ajudante de carpinteiro	h	MOD	0,032	6,912
01.007.000001.MOD	Carpinteiro	h	MOD	0,127	27,432
Código	Descrição	Un.	Clas.	Coef.	Consumo
05.003.000013.SER	Desmontagem de escoramento em madeira de lajes de edificação	m ²			
01.001.000003.MOD	Ajudante de carpinteiro	h	MOD	0,009	1,944
Total em horas trabalhadas para confecção da laje maciça convencional					187,31
Total em dias úteis trabalhados para confecção da laje maciça convencional					20,812

O tempo de execução, a quantidade de mão de obra envolvida, a desmontagem do madeiramento, que se leva para fabricação da laje maciça moldada no local da alvenaria, contribui para que o método se torne oneroso tabela 3 e 4.

Tabela 3 - Resumo da mão de obra e execução.

Laje pré-fabricada em canteiro de obra		
Mão de obra	Qtd mão de obra	Tempo para execução
pedreiro	1	
ajudante	1	
Total de mão de obra	2	
Total de horas para execução		54 horas
Total em dias trabalhados		06 dias

Obs: No dia da concretagem das peças é necessário o reforço de mais um pedreiro e ajudante.

Tabela 4 - Resumo da mão de obra e execução.

Laje fabricada in-loco		
Mão de obra	Qtd	Tempo para execução
Carpinteiro	1	
Aj. de Carpinteiro	1	
Armador	1	
Aj. de Armador	1	
Eletricista	1	
Aj. Eletricista	1	
Total de mão de obra	6	
Total de horas para execução		187,31
Total em dias trabalhados		20,81

Obs: No dia da concretagem das peças é necessário o reforço de mais um pedreiro e ajudante. A concretagem é feita em altura de 2,60 metros.

4 DISCUSSÃO

A implantação da pré-fabricação de lajes no canteiro de obra apresentou uma considerável redução do tempo de execução e da mão de obra envolvida sendo possível a fabricação de 216m² de laje em 06 dias em uma jornada diário de 09 horas trabalhadas com 02 funcionários, sendo necessário o reforço de mais 02 funcionários na execução da concretagem; em contra partida notamos que o sistema de lajes fabricadas in-loco necessita de

06 funcionários qualificados e seu tempo de execução é estimado em 21 dias uteis com uma jornada diária 09 horas trabalhadas.

Observou-se que o método construtivo em estudo já vem sendo aperfeiçoado desde a segunda guerra mundial onde houve uma grande necessidade em reconstruir com urgência as cidades destruídas, criando uma linha de produção pré-moldada com elementos pré-fabricados como lajes, vigas, escadas, patamares e outros.

De acordo com Franco (2013) muitas são as vantagens da utilização de pré-moldados na construção. Dentre essas, podem ser destacadas:

- a) Incremento do nível de mecanização e industrialização, aumentando a produtividade de várias etapas do processo de produção, transformando procedimentos de execução e moldagem locais em processos de montagem industrial;
- b) Diminuição do número de etapas de produção em canteiro, transferindo muitas dessas etapas para a produção em usinas, feitas em melhores condições, tendo como resultado a maior garantia e uniformidade;
- c) Diminuição da dependência da mão de obra: as etapas de produção passam a ter processos mais bem definidos, o que permite, com maior facilidade, o treinamento da mão de obra; evita-se, assim, a dependência de habilidades especiais e específicas de oficiais e pedreiros;
- d) Eliminação de operações de maior complexidade do canteiro de obra para as usinas de produção, retirando essas atividades do caminho crítico da produção, permitindo dessa forma a aderência a cronogramas ou diminuição de prazos;
- e) Exige-se o detalhamento preciso de todos os sistemas, com a eliminação de improvisações no canteiro de obra;
- f) A utilização de fôrmas e equipamentos de melhor qualidade permite a produção de componentes grande precisão dimensional, que se reflete numa maior precisão dimensional na obra, resultando, em muitos casos, na eliminação de camadas de regularização e ajuste para o acabamento das unidades.

Notou-se que o sistema construtivo pré-moldado favorece a redução do tempo de execução, pois se torna uma linha de produção.

Piniweb (2012) afirmou que a redução do tempo e da mão de obra na construção de sete blocos com quatro pavimentos cada, foi devido à utilização do método construtivo de lajes pré-fabricada no canteiro de obra, ele afirmou que o fator determinante para a Cobec escolher o sistema não foi apenas o custo, e, sim, a possibilidade de reduzir o tempo de

execução, diminuir o número de pessoal atuando na obra e a execução lajes com maior qualidade, sem grandes falhas construtivas.

O condomínio Chácara Primavera, em Jundiaí-SP, da construtora F. A. Oliva foi construída com um sistema integrado de alvenaria estrutural e elementos pré-fabricados de vergas, escada, contramarco e lajes pré-fabricadas que garantio rapidez na montagem de edifícios residenciais em Jundiaí, a 70 km de São Paulo (PINIWEB, 2012). A implantação de uma central de pré-fabricados em canteiro de obras realmente apresenta ganhos consideráveis na redução do tempo de execução, um método construtivo que compete com a evolução e modernização da construção civil, gerando margens de lucro em economia e rapidez.

A montagem do escoramento e formas de madeira são preparações de um dos processos da fabricação in-loco das lajes maciças, onde é consumida a maior parcela do tempo da produção, veja os resultados na tabela 2 demonstra a utilização de aproximadamente 119 horas das 187 horas totais da fabricação, isso é devido à preparação feita no local.

O sistema construtivo pré-fabricado em canteiro de obras foi escolhido pela construtora Cobec por dar mais agilidade à obra e diminuir a necessidade de pessoal e de regularização do teto da laje, o diferencial entre os dois sistemas é que a pré-fabricação de lajes em canteiro de obras reduz o tempo de execução influenciando diretamente no custo indireto da obra elevando a lucratividade de qualquer projeto que se dispõe a utilizar este método, no sistema de pré-lajes, a estrutura foi finalizada em 90 dias. No sistema convencional, seria finalizada com 50% a mais de tempo, ou seja, cerca de 135 dias, Piniweb (2014).

5 CONCLUSÃO

O tempo entre os dois métodos construtivos apresentou grande diferença, observou-se que a fabricação de 216 m² de lajes maciças pré-fabricadas em canteiro de obras consumiu 06 dias em sua produção utilizando-se de 01 pedreiro e 01 ajudante, sendo necessário reforçar a mão de obra com mais 01 pedreiro e 01 ajudante somente na etapa da concretagem. No sistema fabricado in loco de lajes maciças o tempo de execução e desmontagens das formas foram de 21 dias com a utilização de 06 colaboradores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EL DEBS, M.K. (2000). **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos/USP – projeto REENGE.

FRANCO, L.S. (1992). **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 319p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FRANCO, L.S. **O uso de pré-moldados em alvenaria estrutural**. {S.1}: 2013. Disponível em: <http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_72.pdf>. Acesso em: 03 set. 2017.

MELO, CARLOS EDUARDO EMRICH. **Manual MUNTE de Projetos em Pré-fabricados de concreto**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2007.

PINIWEB. Escritório no Brasil, Temas, 2012 Disponível em <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/laje-pre-moldada-ou-moldada-in-loco-81798-1.aspx>>. Acesso em: 04 setembro. 2017.

PINIWEB. Escritório no Brasil, Temas, 2014 Disponível em <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/152/artigo307766-1.aspx>>. Acesso em: 07 setembro. 2017

SIRTOLI, A. S. C. **Industrialização da construção civil, sistema pré-fabricados de concreto, e suas aplicações**, 2015. 14 f. TCC (Obtenção da graduação de engenheiro civil) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2015/TCC_ALEX%20SANDR%20COUTO%20SIRTOLI.pdf> Acesso em: 10 mai. 2017.

TCPO: Tabela de Composições de Preços para Orçamentos. 13ª Edição. PINI São Paulo, 2010.