

COMPARATIVO ENTRE DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE FÔRMAS DE MADEIRA PARA VIGAS DE CONCRETO ARMADO EM EDIFÍCIOS.

MATHEUS FRANCISCO FUMES ARRUDA - matheusffarruda@gmail.com
PROF. ESP. ARQ. MÁRCIO ANTÔNIO SALVI - marcioarq@outlook.com.br
FACULDADE GALILEU

Resumo: *Com o crescimento da construção civil e a alta demanda de obras em curto prazo de execução, viu-se a importância de adquirir técnicas de construção mais enxutas a fim de atingir os cronogramas e planejamentos da obra. Este trabalho consiste em analisar as características de dois sistemas de fôrmas de madeira para vigas de concreto, uma fabricada “in loco” e a outra sendo fôrma de madeira pronta. Mesmo após desenvolvimentos tecnológicos e científicos, a construção ainda utiliza recursos simples, os quais são empregados à madeira e com ela são desenvolvidos inúmeros serviços, sendo um deles as fôrmas (estruturas provisórias que servem para moldar o concreto até que o mesmo tenha propriedades autoportantes). Os dados desse estudo de caso foram realizados em um empreendimento de 12 pavimentos residenciais, aos quais aplicou-se o sistema de fôrmas fabricadas em canteiro, onde analisou-se as características do sistema e podendo comparar com o outro sistema de fôrmas, este por sua vez comprado sob as medidas do projeto da construtora. Após análise dos sistemas de fôrmas, pode-se notar que ambos possuem vantagens e desvantagens. O que define qual sistema será utilizado é o custo benefício, levando em consideração tempo, planejamento e cronograma executivo da obra.*

Palavras-chaves: *SISTEMAS DE FÔRMAS; FÔRMA “IN LOCO”; FÔRMA PRONTA.*

COMPARISON BETWEEN TWO CONSTRUCTIVE SYSTEMS OF WOODEN FORMS FOR REINFORCED CONCRETE BEAMS IN BUILDINGS.

Abstract: With the growth of civil construction and the high demand for works in the short term of execution, it was seen the importance of acquiring leaner construction techniques in order to achieve the work schedules and planning. This work consists of analyzing the characteristics of two systems of wooden formwork for concrete beams, one manufactured “in loco” and the other being a finished wooden formwork. Even after technological and scientific developments, construction still uses simple resources, which are used with wood and with it numerous services are developed, one of which is formwork (temporary structures that serve to mold concrete until it has self-supporting properties) . The data of this case study were carried out in a development with 12 residential floors, to which the system of formwork manufactured on site was applied, where the characteristics of the system were analyzed and compared with the other formwork system, this one for its purchased under the measures of the construction company's project. After analyzing the formwork systems, it can be seen that both have advantages and disadvantages. What defines which system will be used is the cost-benefit, taking into account the time, planning and executive schedule of the work.

Keywords: FORMS SYSTEMS; “IN LOCO” FORM; READY FORM.

1. INTRODUÇÃO

Na Construção Civil, assim como em inúmeros setores, existe uma grande perda de materiais em seus processos executivos. Segundo Soibelman (1993) e Agopyan et al. (2003) definem a perda de materiais como a diferença entre a quantidade de material utilizado para realizar um determinado serviço e a quantidade segundo cálculos de projeto. O desperdício desses materiais é considerado por Franchi, Soibelman e Formoso (1993), perdas evitáveis.

A Perda na Construção é atribuída a algo ruim, onde ela interfere diretamente no custo e prazo de execução de uma obra, tornando-se assim um problema que afeta as despesas, gastos e desperdício de materiais/recursos que poderiam ser melhor utilizados em seus processos construtivos (SKOYLES; SKOYLES, 1987 apud SOIBELMAN, 1993).

Na Construção existem diversos tipos de materiais na qual se torna essencial que as construtoras executem o descarte correto de cada resíduo, usando como base conceitos como o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). O PGRCC é um documento técnico que identifica e analisa a quantidade de geração de resíduos que é proveniente da construção civil como um todo, desde, partes como reformas e reparos, até mesmo prédios de alto padrão. Este documento é fundamentado pela Lei Federal nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, destacando a obrigatoriedade para todas as empresas da área da construção civil, e tendo resolução estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002 com suas devidas alterações por normas, onde o mesmo tem como objetivo promover a movimentação correta e destinação ambiental adequada para cada tipo de resíduo como: blocos cerâmicos, concretos, argamassas, madeiras, metais, plásticos, vidros, entre outros inúmeros materiais utilizados na construção.

Por ser um material muito utilizado na Construção Civil, apresentando fácil manuseio e com uma resistência considerável, a madeira se trata de um recurso de bom custo benefício empregado no Brasil. A madeira é utilizada em vários segmentos da construção, desde a parte construtiva como: escoramentos, fôrmas para pilares, fôrmas para vigas, fôrmas de baldrame e nos andaimes (CRUZ e NUNES, 2005). Mas também a madeira pode ser utilizada em partes como acabamentos de uma residência, decks, sistemas decorativos, entre outras funções. Se olharmos para o mundo, podemos notar que a Madeira é de extrema importância em países como os Estados Unidos, que utilizam a madeira para construir grandes casas em um tempo hábil muito mais rápido do que no Brasil que utilizamos as famosas alvenarias de bloco cerâmico e de bloco estruturais (PRADO e SALLES, 2016).

Com o passar dos anos a construção civil vem crescendo e com isso novos modelos e técnicas de construção vão sendo empregadas e adaptadas para o setor; um desses novos processos se dá pelo modelo de Construção Enxuta onde por sua vez destaca que um processo consiste no fluxo de material, desde a matéria prima até o produto final, sendo este constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção (FORMOSO, 2002). O autor destaca que nem toda a atividade para a confecção de um produto agrega valor ao produto final, desta forma salienta a ideia de que o modelo de Construção Enxuta por sua vez não se torna necessário à confecção de um serviço ou mão de obra qualificada para a execução do mesmo.

O enfoque deste trabalho é apresentar um sistema de fôrma de madeira para vigas de concreto, onde está se dá em função de técnicas mais eficientes e sustentáveis. Em decorrência do crescimento exponencial da construção civil no mercado viu-se necessário a incorporação de técnicas mais enxutas que visam à rapidez nos processos construtivos tornando-as um ponto crucial para que os cronogramas e planejamento sejam atendidos, fazendo assim com que o retorno financeiro seja favorável. O trabalho consiste em realizar um estudo comparativo entre dois sistemas de fôrmas para vigas de concreto, um deles fabricado no canteiro de obra e o outro sendo um sistema de fôrma pronta, a fim de analisar as características de cada sistema.

2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Segundo Fibra Pelo Futuro da Indústria (2021), a construção civil corresponde há 6,2% do Produto Interno Bruto - PIB Brasileiro e em termos de estabelecimentos, 34% do total das indústrias do nosso país são provenientes da construção civil. A função da construção é ajudar a desenvolver o bem estar da população, visando sempre preservar o meio ambiente e com isso aumentar a qualidade de vida populacional.

De acordo com Zenid, (1997) e Paese, (2012) mesmo após todo o desenvolvimento tecnológico e científico, a construção ainda utiliza muitos recursos simples e pré-históricos como no caso específico do uso da madeira, que pode ser utilizada em vários segmentos como em fôrmas para concreto, andaimes, escoramentos, estruturas de coberturas, vigas, pilares, esquadrias, pisos e revestimentos e forros.

A madeira pode ser utilizada de duas formas na Construção, sendo ela empregada de forma definitiva, na qual não se prevê sua retirada pós execução, e de forma temporária, onde por sua vez pode ser retirada após sua função secundária, como no caso das fôrmas de pilares, vigas e lajes para moldar o concreto até que ele seja autoportante (FARAH, 1992).

Para realizar cômodos amplos ou produtos de grandes dimensões que atendam as necessidades de um cliente ou consumidor final, a construção utiliza uma gama muito grande de recursos e materiais. Por sua vez esse setor é responsável por um consumo de 20 a 50% dos recursos naturais consumidos pela sociedade. (CARNIETO *et al*, 2000 e (SJÖSTRÖM, 1992 apud JOHN, 2001, p. 30).

Como citado anteriormente às fôrmas de madeira são muito utilizadas nas obras de construção, pois as mesmas auxiliam de forma significativa na moldagem do concreto fresco até que o mesmo chegue a sua resistência específica após secagem ou termo mais utilizado na Engenharia Civil, a cura do concreto (FARAH, 1992). Segundo a Norma Brasileira - NBR 15.696, no capítulo 3 item 3.1, fôrmas são “[...] *estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante*” (ABNT, 2009, p.2).

O sistema tradicional de fôrmas é de extrema importância construtiva, é dele que podemos atender um grande desempenho técnico e financeiro, pois a escolha do material utilizado se baseia na economia, qualidade e segurança (ARAÚJO; FREIRE, 2004). A fôrma passou a ser um item muito importante no custo das obras, quando se percebeu que em média 60% do tempo gasto para se realizar uma estrutura de concreto armado, está voltado ao preparo dessas fôrmas de madeira, outros 25% para armação e os outros 15% voltados a concretagem. O custo dessas fôrmas está relacionado entre 40% à 60% do custo total de uma estrutura de concreto armado, o que representa em torno de 8% à 12% do custo de uma edificação (MARANHÃO, 2000).

A escolha da madeira como principal matéria-prima no sistema de fôrmas para estruturas de concreto deve-se ao fato da mesma ser de fácil aquisição nas empresas de pequeno e médio porte e possuir uma excelente trabalhabilidade. Por isso a análise antes da compra desse material torna-se tão importante, pois além de todo sistema construtivo, existem variados tipos de madeira no mercado, e não só a madeira é importante, pois para a construção das fôrmas é necessário outras matérias que compõem esse conjunto, como: pregos, arames recozidos, escoramentos, painéis compensados. O tipo de madeira mais usual por seu custo benefício hoje na construção é a madeira de Pinus (SALGADO, 2009; PAESE, 2012).

3. MÉTODO

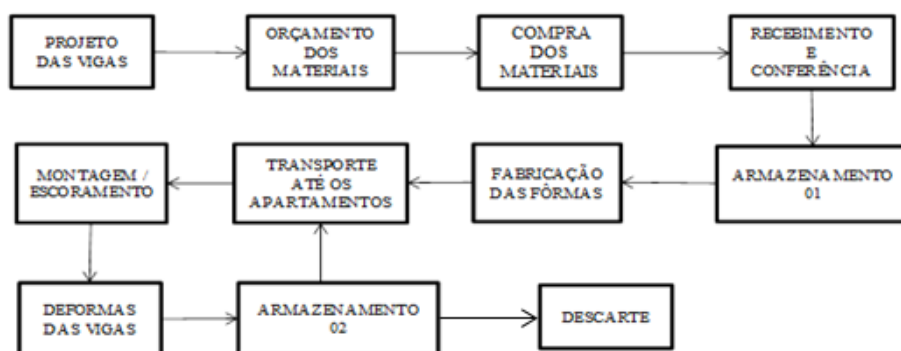
3.1 Estudo de caso

Para alcançar o objetivo deste trabalho, que é analisar o sistema construtivo de dois tipos de fôrma de madeira para viga de concreto armado, foi realizado um estudo de caso comparando o processo de fabricação de fôrmas de madeiras montadas “*in loco*” das vigas de um pavimento residencial com o sistema de fôrmas de madeiras prontas. Com foco em amenizar o desperdício da madeira nos processos executivos e compará-lo com o crescimento das técnicas enxutas na construção civil.

3.2 Sistema de fôrma montada “*in loco*”

Os dados levantados neste trabalho foram referentes ao período de Janeiro de 2021 à Agosto de 2021. As análises obtidas foram coletadas em uma construtora da cidade de Botucatu, São Paulo, onde a mesma está construindo um empreendimento residencial de 12 pavimentos com um total de 72 apartamentos no edifício. O estudo realizado para a fabricação das fôrmas em canteiro de obra foi desenvolvido no setor da carpintaria, onde seu processo construtivo se representa pela Figura 1.

FIGURA 1 – Fluxograma do processo de fabricação das fôrmas de vigas



Fonte: Autor, 2021

- Projeto das vigas: Neste consistem todas as cotas, dimensionamentos das ferragens que serão utilizadas nas vigas e dimensionamento das fôrmas.
- Orçamento dos materiais: São todos os materiais utilizados para executar as armações de aço e posteriormente as fôrmas para as vigas de concreto. Essa relação de materiais é analisada pelo setor de compras de acordo com os custos e prazos de entrega.
- Compra dos materiais: De acordo com os custos e prazos de entrega dos materiais perante a necessidade da obra, o setor de compras realiza os pedidos e notificam o engenheiro (a) responsável.
- Recebimento e conferência: Os materiais são recebidos pelo almoxarife da obra, sendo estes conferidos item a item com a nota de entrega atentando-se se o material não está danificado, se faltavam peças ou até mesmo se o pedido condiz com a nota de entrega.

- Armazenamento 01: O almoxarife armazena os mesmos em lugares e condições adequadas com cada item e suas particularidades.
- Fabricação das fôrmas: Ao separar os materiais conforme o processo executivo foram realizados os cortes nas chapas de madeirite (chapa de madeira compensada, usada na construção, formada por camadas que se colam entre si por pressão.) plastificado e foram ajustados os sarrafos que serviriam para a base das fôrmas. Após este passo, foram utilizados pregos para travar os sarrafos nas chapas de madeirite plastificado, e assim começavam a produzir os modelos de fôrmas que seriam utilizados em um pavimento do edifício. Para exemplificar, neste estudo de caso foram observadas 10 diferentes vigas que contemplam um único pavimento de um edifício com 12 pavimentos.
- Transporte até os apartamentos: Depois de prontas, as fôrmas foram direcionadas pelos carpinteiros até os apartamentos.
- Montagem/escoramento: Foram instaladas as fôrmas em seus devidos lugares de acordo com a indicação do projeto. Por sua vez as fôrmas foram fixadas com o auxílio de escoras de metal tipo tripé, ficando assim prontas para receber o concreto.
- Desforma das vigas: Essa etapa é de extrema importância para “saúde” da estrutura, pois devem ser respeitados os prazos de secagem e cura do concreto para que as resistências estruturais sejam alcançadas para que então, as formas sejam retiradas.
- Armazenamento 02: As fôrmas foram direcionadas para a carpintaria onde foram guardadas de forma que não fossem danificadas e nem sofressem com as intempéries.
- Descarte: Caso a fôrma fosse danificada em seu desmolde ou atingisse certa quantidade de reuso, a mesma deveria ser descartada e deveria ser produzida uma nova fôrma para que esta atendesse a necessidade da obra. O descarte da madeira deve ser feito com base no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

Para realizar todo este processo das fôrmas “*in loco*” e atender a demanda construtiva do empreendimento, foram necessários três carpinteiros trabalhando 8 horas por dia durante três dias, dois dias empenhados em fazer 10 fôrmas de vigas de um pavimento e mais um dia para a instalação das fôrmas em seus devidos lugares conforme a descrição do projeto estrutural. Todo este processo foi acompanhado de supervisão técnica para os devidos suportes de interpretação de projeto quando necessário, onde alguns ajustes ocorreram para que as compatibilizações com o projeto de elétrica não afetassem o projeto estrutural.

Ao decorrer deste trabalho foi observado que ao final de Março e começo de Abril enfrentou-se um período de intensas chuvas na região de Botucatu, São Paulo, o que acarretou em um o atraso de alguns dias nas alvenarias e refletindo na produção de rotatividade das

fôrmas. Outro ponto relevante é que durante o período de chuvas foi necessário redobrar a atenção com o armazenamento das fôrmas de madeiras para que estas não fossem danificadas, e este cuidado foi de extrema importância para que as mesmas continuassem em perfeito estado de conservação e reuso. Com um bom cronograma e planejamento, não houve atraso na entrega dos materiais, o que contribuiu para que todos os prazos de instalação das fôrmas das vigas fossem atendidos com perfeição.

Na fabricação das fôrmas foram utilizados os seguintes materiais: a) Madeirite compensado plastificado preto 18 mm de espessura, tamanho 1,10 m x 2,20 m; b) Sarrafos de 10 cm x 3 cm x 300 cm; c) Pregos galvanizados 18 x 27; d) Desmoldante.

FIGURA 2 – Fôrmas instaladas no segundo pavimento do empreendimento



Fonte: Turquesa Residence, Autor, 2021

3.2.1 Dificuldades encontradas

Pelo fato do trabalho ter sido executado desde o começo do empreendimento, os resultados obtidos foram analisados desde o pavimento térreo. O ponto que trouxe certa dificuldade, esta momentânea, foi de que em algumas vigas houve a necessidade de fazer alguns ajustes em campo, mas autorizado pelo projetista, pois o projeto de armação das ferragens estava com divergência do projeto de alvenaria e fôrmas das vigas, porém o problema foi sanado facilmente.

Outro ponto que trouxe certa dificuldade e contribuiu para o desperdício, foi que a relação do tamanho das chapas compensadas de madeirite plastificado e as dimensões das vigas especificadas em projeto, não foi possível reaproveitar melhor o corte da madeira.

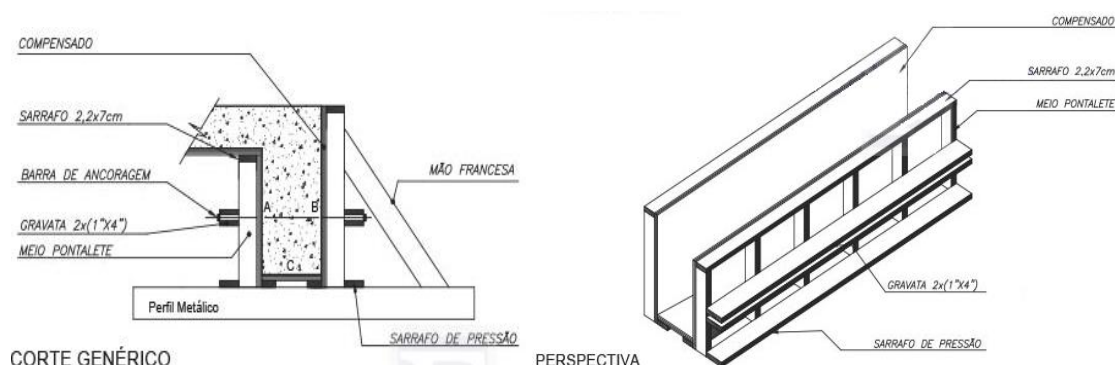
3.3 Sistema de fôrma pronta

O sistema de fôrma pronta consiste em uma parceria com empresas que executam as fôrmas de madeira para as vigas de concreto de modo que não é necessário fazer a cotação dos materiais individualmente para a construção da mesma, e nem mesmo fazer o armazenamento destes para que não haja a necessidade de construção de fôrmas no canteiro

de obra. Neste caso além de economizar em tempo de produção, economiza-se em espaço físico do canteiro de obra, onde muitas vezes é necessário planejar uma estratégia de logística dos processos construtivos de formas moldadas “in loco” para que a rotatividade de materiais e etapas da construção não sejam prejudicadas por armazenamento demasiado de material.

Para realizar este levantamento de informações, foi contactada uma empresa localizada na cidade de Cotia, São Paulo, Brasil, do ramo de fôrmas prontas de madeira, que forneceu dados significativos para o desenvolvimento deste trabalho. Por meio deste contato, via e-mail e ligações, foi possível realizar uma pesquisa rica em detalhes como as vantagens deste sistema construtivo bem empregado pela empresa, e informações como os procedimentos de instalação no canteiro de obra, manutenções, custos a partir de orçamentos via projetos e a eficácia da durabilidade de reuso destas fôrmas nos próximos pavimentos residências do edifício.

FIGURA 3 – Modelo de fôrma pronta usado pela empresa



Fonte: Site Fôrmas&Cia – Fôrmas prontas de vigas (2018)

4. RESULTADOS E ANÁLISES

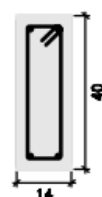
4.1 Sistema de fôrma montada “in loco”

O projeto das fôrmas (Figura 4) consistia em dez tipos diferentes de vigas no pavimento, onde a sua largura e altura permaneciam as mesmas, sendo alterado apenas o seu comprimento e a quantidade de estribo de acordo com a ferragem especificada no projeto estrutural.

FIGURA 4 – Detalhamento do dimensionamento das fôrmas para as vigas de concreto

TAMANHO DAS FÔRMAS PARA AS VIGAS			
	ALTURA	LARGURA	COMPRIMENTO
VIGA 1	0,40m	0,14m	2,85m
VIGA 2	0,40m	0,14m	3,95m
VIGA 3	0,40m	0,14m	5,55m
VIGA 4	0,40m	0,14m	4,15m
VIGA 5	0,40m	0,14m	4,75m
VIGA 6	0,40m	0,14m	3,35m
VIGA 7	0,40m	0,14m	4,05m
VIGA 8	0,40m	0,14m	4,10m
VIGA 9	0,40m	0,14m	4,45m
VIGA 10	0,40m	0,14m	3,65m

Seção A



Fonte: CLR Engenharia de Projetos – Turquesa Residence 2021

Desta forma, conseguiu-se obter o resultado de aproximadamente 20% da perda da madeira em todo o processo fabril moldadas “in loco”, atendendo todos os detalhes que estavam previstos no projeto estrutural.

Com o uso das fôrmas nos pavimentos levou-se em consideração a NBR 14.931/2004 que trata da Execução de Estruturas de Concreto – Procedimentos, sendo assim, foram utilizadas escoras de metal (Indicação C - escora de metal com pé do tipo tripé) nas fôrmas e esperou-se cerca de 28 dias para retirá-las, pois neste período o concreto atingi resistência máxima. Quanto as fôrmas de madeira, foram retiradas com cerca de 4 dias, a fim de garantir que o concreto estivesse autoportante e não acarretasse patologias com sua desforma precoce.

FIGURA 5 – Fôrma das vigas instaladas e escoradas.



Fonte: Turquesa Residence, Autor, 2021.

Considerando todos os pavimentos do edifício, foram realizados reparos após a desforma das vigas quando necessário, conseguindo assim obter o resultado de aproximados 80% de aproveitamento das fôrmas nos 12 pavimentos em questão; os demais 20% de não reaproveitamento, é proveniente de reparos momentâneos como um novo travamento das vigas, onde consiste em trocar alguns pontos de sarrafo (Indicação A - sarrafos de 0,10m x 3m) que seguram as fôrmas de abrir do momento em que o concreto é projetado até que o mesmo se torne autoportante. Outro ponto que foi observado e considerado como retrabalho e desperdício das fôrmas foi o de aplicar o desmoldante toda vez que fosse necessário utilizar a fôrma no pavimento de cima, pois a chapa de madeirite plastificado utilizado acabou sendo danificada com os desmoldes, gerando assim estes cuidados para o novo reuso.

O desmoldante é aplicado do lado de dentro da fôrma devido ao seu contato direto com a parte plastificada da chapa de madeirite e possui o intuito de formar uma barreira entre o concreto projetado e a fôrma de madeira da viga, tornando assim mais fácil a remoção das fôrmas, possibilitando que o seu reuso seja mais eficaz e a fôrma não seja danificada na desforma.

Uma das partes mais importantes para a vida útil das fôrmas é o processo de desforma. Esse processo consiste em preservar a qualidade dos painéis, onde depois de retirados os

painéis devem ser limpos, removendo excessos de concreto que por ventura fiquem grudados nas fôrmas e realizar reparos quando partes das fôrmas são danificadas. Outro ponto muito importante ao se retirar às fôrmas é quanto ao armazenamento das mesmas, onde devem serem alocadas em lugares protegidos das intempéries.

No processo de fabricação das fôrmas, foram utilizados 23 folhas de madeirite plastificado de 1,10 m x 2,20 m com a espessura de 18 mm (Indicação B) e 42 sarrafos de 0,10 m x 3 m (Indicação A). Com o montante de madeira em mãos foi dado inicio as produções das 10 fôrmas de vigas nas quais obteve-se um aproveitamento de aproximadamente 85,71% das chapadas compensadas de madeirite plastificado e cerca de 88,33% dos sarrafos aproveitados. Este desperdício foi calculado com o acúmulo da sobra do material após montagem das fôrmas; o mesmo foi observado de acordo com todo o processo de fabricação das fôrmas e uma parte da sobra desse desperdício pode ser reutilizada em pequenos retrabalhos das fôrmas de acordo com o seu reuso e uma pequena porcentagem reutilizada em pontos de inspeção de graute na alvenaria.

4.2 Sistema de fôrma pronta

Com os dados fornecidos pela empresa que se localiza em Cotia, São Paulo, Brasil, foi realizado o estudo comparativo entre os dois sistemas construtivos, analisando quais pontos que os mesmos expressavam de forma diferente e os quais dariam melhores resultados na concretagem, por outro lado, além destes comparativos, também foi possível analisar as perdas da madeira no canteiro de obra. Esses dados foram analisados e comparados com as fôrmas montadas “*in loco*”.

O departamento de engenharia da empresa em questão é responsável por fazer todos os cálculos quantitativos de material e plano de corte das madeiras, sendo a equipe desta composta por engenheiros, arquitetos e técnicos qualificados, que executam os cronogramas pós-orçamento, onde analisam o projeto estrutural das vigas de concreto e das fôrmas, atentando-se a cada detalhe que se pede no projeto. Ainda em contato com a empresa, foi levantada a informação de que eles executavam outros serviços o que permite dar mais conforto ao cliente, como no caso de todos os tipos de laudos construtivos e propostas técnicas para sanar eventuais dúvidas com o serviço que eles propõem.

A Figura 6 mostra as fôrmas prontas alocadas sob a laje de um edifício.

FIGURA 6 – Fôrma pronta das vigas instaladas e escoradas



Fonte: Site Fôrmas&Cia – Fôrmas prontas de vigas (2018)

Considerando as fôrmas anteriormente fabricadas, as empresas em questão se propuseram a entregar o material dentro de 20 dias, esse tempo é relativo, pois varia de acordo com a demanda de serviço que as mesmas têm até o momento. Outro ponto significativo da empresa é que a mesma disponibiliza treinamento de execução de pavimento onde este consiste em capacitar alguns colaboradores que serão responsáveis pela instalação e escoramento das fôrmas na alvenaria estrutural do edifício e também será responsável pela desforma das vigas, outro ponto muito importante para a vida útil destas fôrmas.

As manutenções podem ser realizadas de duas formas: a primeira realizada no canteiro de obra, junto aos colaboradores da empresa qualificados que exercem o cargo de carpinteiros, e a segunda maneira permite o contato com a empresa, onde estes disponibilizam seus técnicos para sanar qualquer tipo de manutenção ou reparos, afim de não gerar patologias nas próximas lajes do edifício.

Os cuidados com o armazenamento das fôrmas prontas são específicos, como o fato destas não poderem entrar em contato direto com o piso, devendo assim, serem armazenadas sobre apoios nivelados e devem ser cobertas por algum tipo de proteção que não permita o contato com a água e com o tempo.

Ainda em contato com a empresa, foi possível obter os resultados esperados quanto ao reuso das fôrmas prontas, onde os mesmos trabalham com 3 tipos de compensados para a fabricação das fôrmas. O madeirite plastificado que a empresa utiliza tem uma camada de filme plástico de alta resistência com cerca de 120 gr/m² à 240 gr/m² e recebe um tratamento na selagem de topos ou na espessura com massa seladora termoplástica, o que permite a estimativa de aproximadamente 20 reutilizações das fôrmas se estas forem desmoldadas da forma correta a qual os colaboradores foram qualificados (pós-treinamentos) e armazenadas de forma correta.

4.3 Comparativo das vantagens e desvantagens dos dois sistemas de fôrmas

Durante o desenvolvimento do projeto, pode-se chegar aos seguintes resultados quando ambos os processos executivos são comparados, analisando suas vantagens e desvantagens.

TABELA 1 – Comparativo dos dois sistemas construtivos das fôrmas para vigas de concreto.

COMPARATIVO DAS FÔRMAS MONTADAS "IN LOCO" COM AS FÔRMAS PRONTAS				
ITEM	FÔRMA MONTADA "IN LOCO"		FÔRMA PRONTA	
	VANTAGEM	DESVANTAGEM	VANTAGEM	DESVANTAGEM
Levantamento quantitativo para produzir as fôrmas		x	x	
Solicitação do material para as fôrmas		x	x	
Compra do material		x	x	
Armazenamento do material		x	x	
Processo de fabricação das fôrmas		x	x	
Mão de obra para produzir as fôrmas		x	x	
Tempo de execução das fôrmas		x	x	
Perda da madeira no processo executivo das fôrmas		x	x	
Otimização e reaproveitamento de material		x	x	
Limpeza pós-processo executivo das fôrmas		x	x	
Tempo de entrega das fôrmas	x			x
Armazenamento pré-uso das fôrmas	Não há diferença			
Mão de obra para instalar as fôrmas	Não há diferença			
Maior precisão na execução da estrutura e processos		x	x	
Mão de obra para escoramento das fôrmas	Não há diferença			
Mão de obra para manutenção das fôrmas		x	x	
Reutilização das fôrmas		x	x	
Manutenção na fôrma pós-retirada da viga		x	x	
Armazenamento pós-uso das fôrmas	Não há diferença			
Aplicação de desmoldante para reuso		x	x	
Reuso da sobra da madeira em outro serviço	x			x
Maior produtividade		x	x	
Menor risco de acidente e segurança na obra		x	x	

Fonte: Autor, 2021

A Tabela 1 expressa o comparativo realizado sob cada processo executado até que as fôrmas das vigas de concreto estivessem prontas para sua utilização. Nela consiste a comparação de itens como levantamento quantitativo de materiais, toda a parte executiva e pontos que são fundamentais para que não ocorram patologias nas vigas e por fim, a desforma, reaproveitamento e qualidade no serviço apresentado.

4.4 Comparativo de valores

De acordo com os dados levantados no período de dezembro de 2020 a julho de 2021, notou-se que para se executar as fôrmas fabricadas no canteiro de obra deste projeto, demandou-se de 42,00 m² de fôrma por pavimento, havendo a perda de 20% de todo o material. Quanto ao serviço de fôrmas prontas, referente ao mesmo 42,00 m² foram realizados o reaproveitamento de 20 utilizações, não havendo desperdício destas (Tabela 2).

TABELA 2 – Quantitativo dos dois sistemas de fôrmas.

FÔRMA FABRICADA EM CANTEIRO DE OBRA			
Materiais da Fôrma Fabricada "In Loco"			
Item	Valor Unitário	Valor por m²	Custo Total
Madeirite compensado plastificado preto com 18mm de espessura (1,10m x 2,20m)	R\$ 155,75	R\$ 64,36	R\$ 2.703,12
Sarrafo de 10cm x 3cm x 300cm	R\$ 14,96	R\$ 14,96	R\$ 628,32
Prego galvanizado 18x27	R\$ 32,00	R\$ 3,20	R\$ 134,40
Desmoldante (tambor de 200L)	R\$ 420,00	R\$ 7,35	R\$ 308,70
Custo dos Materiais			R\$ 3.774,54
Mão de Obra para Executar as Fôrmas			
Função	Dias Trabalhados	Hora do Funcionário	Custo Total
Carpinteiro 1	2	R\$ 8,18	R\$ 130,88
Carpinteiro 2	2	R\$ 8,18	R\$ 130,88
Carpinteiro 3	2	R\$ 8,18	R\$ 130,88
Custo da Mão de Obra			R\$ 392,64
Retrabalho Gerado ao Decorrer dos 12 pavimentos			
Item	Valor Unitário	Custo Total	
Aplicação de desmoldante a cada três pavimentos	R\$ 308,70	R\$ 926,10	
Restruturação das fôrmas com sarrafo	R\$ 14,96	R\$ 74,80	
Custo do Retrabalho			R\$ 1.000,90
Perda de Material no Processo Construtivo			
Item	Valor Total	Custo Total	
Cerca de 20% do material	R\$ 3.774,54	R\$ 754,91	
Custo da Perda			R\$ 754,91
Comparativo de Valor das Fôrmas			
Item	m²	42m²	
Fôrma Fabricada "In Loco"	R\$ 141,03	R\$ 5.922,99	
Sistema de Fôrma Pronta	R\$ 173,81	R\$ 7.300,00	

Fonte: Autor, 2021

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que ao analisar os dois sistemas, ambos tem vantagens e desvantagens que devem ser consideradas para cada obra. Por meio destas observações, vimos que sistemas construtivos de fôrmas prontas tornam-se necessários quando precisamos atender uma alta demanda construtiva em cronogramas que preveem prazos curtos de construção. Por sua vez o sistema de fôrmas fabricadas "in loco" também podendo ser utilizado satisfatoriamente como demonstrado neste estudo de caso para construção de um edifício de 12 pavimentos residências. Embora com custos diferenciados como demonstrado na Tabela 2, ambos podem atender a demanda uma obra e questões como cronograma e planejamento definem a melhor opção na escolha de sistemas construtivos de fôrmas.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V., *et al.* Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra. In: FORMOSO, Carlos Torres; INO, Akemi. **Inovação, Gestão da Qualidade &**

Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Coletânea Habitare, v 2. Cap. 10. p. 224- 249.

ARAÚJO, L. O. C. de; FREIRE, T. M. **Tecnologia e Gestão de Sistemas Construtivos de Edifícios.** São Carlos, UFSCar, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.931/2004:** Execução de Estruturas de Concreto – Procedimentos. ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15696:** Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. ABNT, 2009.

CRUZ, H.; NUNES, L. **A madeira como material de construção.** Núcleo de Estruturas de Madeira, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2005.

FARAH, M. F. S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional.** 297 f. Tese (Doutorado em Sociologia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FIBRA PELO FUTURO DA INDÚSTRIA (Brasília) (org.). **Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil.** Disponível em: <<https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>> Acesso em: 03 abr. 2021.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras.** Porto Alegre, v. 15, p. 50-58, 2002.

FRANCHI, DE CESARE, Claudia; SOIBELMAN, Lúcio e FORMOSO, Carlos Torres. As Perdas de Materiais na Indústria da Construção Civil. In: II Seminário de Qualidade da Construção Civil. **Anais.** Porto Alegre, UFRGS-NORIE, 1993.

JOHN, V. M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: Projeto entulho bom.** Salvador: Editora da UFBA. Cap 1. 26-45 p, 2001.

MARANHÃO, G. M. **Fôrmas para concreto: Subsidio para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97.** 220 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

PAESE, M. C. B. **Análise de sistemas construtivos em madeira implantados na região de Curitiba - Paraná.** 160 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e Práticas construtivas Para Edificações.** 2. ed. São Paulo: ÉRICA, 2009.

SOIBELMAN, Lúcio. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle.** 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

ZENID, G. J. **Identificação e grupamento das madeiras serradas empregadas na construção civil habitacional na cidade de São Paulo.** 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.