

Análise comparativa do uso de estrutura pré-moldada em relação à construção convencional em uma obra de médio porte na cidade de União da Vitória-Pr

Comparative analysis of the use of precast structure compared to conventional building into a work of medium size in the city of União da Vitória-Pr

Edimar Grossklaus (1); Letícia Surmas (2); Rafael Slomp (3)

Resumo

Há necessidade de se buscar métodos construtivos que possuam mais agilidade na execução, que gerem menos resíduos, que tenham menor custo, entre outras características, por este motivo, havendo um grande crescimento na mudança de sistemas convencionais de construção por outros que possuam tais características e tenham disponibilidade regional, se tornando assim de aplicação viável para a aplicação em determinado local. Isto se aplica no caso entre, uma estrutura em concreto armado realizada *in loco*, utilizada comumente e uma estrutura em peças pré moldadas. Desse modo, este estudo busca apresentar a melhor solução do ponto de vista econômico para uma edificação de médio porte, situada especificamente na cidade de União da Vitória, no estado do Paraná. Na comparação entre os dois sistemas de estrutura em concreto armado e estrutura pré moldada, obteve-se que o custo da infraestrutura e supra-estrutura, é ainda mais baixo no método convencional, ou seja, na estrutura executada em concreto armado.

Além disso, por apresentar maior facilidade local em certas atividades, como muitos trabalhadores com conhecimento de execução deste método, logo diminuição no custo com mão-de-obra, apesar de não haver melhor investigação na avaliação do tempo, na estrutura convencional se torna de um custo de diferença de relevancia alto, tendo em vista, que esta diferença de tempo na execução entre ambos sistemas é muito pequena, e apesar na montagem e transporte em relação ao sistema pré moldado muitas vezes se faz necessário uso de maquinário de maior custo, no sistema convencional há uma necessidade de maior numero de trabalhadores na execução dos serviços.

Na soma de valores de todos os itens em relação aos materiais, o sistema de estrutura executada em elementos pré-moldados, apresentou um abatimento de custo em relação ao outro perfil de obra investigado. Concluiu-se deste modo, uma melhor aplicabilidade do sistema de estrutura executada em elementos pré-moldados em obras de médio porte na região.

Palavra-Chave: Pré-moldado, Concreto Armado, Estrutura, Custos, Orçamento

Abstract

No need to seek constructive methods that possess more flexibility in implementation, which generate less waste, which have lower cost, among other characteristics, for this reason, there is a large increase in change of conventional construction systems other than possess such characteristics and have regional availability, thus becoming a viable application for the application to a particular place. This applies in the case of a structure in reinforced concrete made on site, and a structure commonly used in pre molded parts. Thus, this study aims to present the best solution from an economic point of view for a medium-sized building, specifically in the city of União da Vitória, in the state of Parana. Comparing the two systems structure in reinforced concrete and pre shaped structure, it was found that the cost of infrastructure and superstructure, is even lower in the conventional method, ie, the structure executed in reinforced concrete.

In addition, due to its higher location facility in certain activities, as many workers with detailed knowledge of this method, then decrease in the cost of hand labor, although there is no better research on the assessment of the time, in the conventional structure becomes of a cost of high relevance difference in order that this time difference in the performance between the two systems is very small, despite the assembly and transport compared to the pre system molded often becomes necessary machinery use of higher cost, the conventional system there is a need for a greater number of workers in the assignment.

In sum of values of all the items in respect of materials, the system structure performed on precast elements presented an abatement cost relative to the other investigated work profile. It was concluded therefore performed better applicability of structure system in precast works in the midrange region.

Keyword: Precast, Reinforced Concrete, Structure, Costs, Budget

1. Introdução

Nas obras há preocupação referente à produção da estrutura fora do canteiro de obras ou mesmo dentro dele, visando evitar o desperdício de materiais, acelerar e facilitar o processo de construção, o que torna-se um método de economia e aprimoramento das técnicas antes utilizadas, sendo anteriormente mais aplicado o método convencional, que demandava de muito tempo e gerava grande desperdício de materiais.

Diante disso, uma alternativa para agilizar e melhorar o processo, é o pré-moldado, que surgiu com o crescimento do setor da construção civil e a necessidade de larga escala de produção, tornando-se alternativa para industrializar o processo. Unindo rapidez na execução, controle de qualidade e organização do canteiro, reduzindo muitas vezes o tempo de execução em relação ao método convencional, gerando assim um menor custo, resultando em um melhor controle de qualidade do material empregado na estrutura e proporcionando maior confiabilidade ao produto final, bem como uma maior segurança, sendo desta forma a solução mais propícia para uma edificação.

No presente trabalho foi realizada uma pesquisa de mercado, solicitando orçamento de empresas especializadas na área, tanto de estruturas pré-moldadas como de estruturas convencionais para uma estrutura específica, realizando posteriormente um comparativo de custos e métodos de execução entre estruturas pré-moldadas e convencionais. Tendo como alvo obter parâmetros de comparação, entre obras de médio porte em estrutura convencional e estrutura pré-moldada, realçando as principais vantagens relativas ao quesito custo benefício da estrutura pré-moldada em relação à estrutura convencional e facilitando a compreensão de qualquer pessoa, na hora da escolha e contratação do método a ser empregado numa edificação, sendo esta mais precisamente uma edificação de médio porte, a mesma estando localizada na cidade de União da Vitória, no estado do Paraná.

Para este comparativo foram realizados: comparativo dos custos entre uma estrutura convencional moldada *in loco* com uma pré-moldada, levantamento dos períodos de execução/montagem de ambas as estruturas e investigação de vantagens e desvantagens técnicas e econômicas, comparando os casos estudados.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Estrutura em Concreto Armado

Segundo Bastos (2006), o concreto é um material que apresenta uma alta resistência às tensões de compressão, no entanto, possui baixa resistência à tração, chegando esta a cerca de 10 % de sua resistência às cargas de compressão. Bastos (2006) explica ainda que é imprescindível a necessidade de unir ao concreto um material com alta resistência à tração, de modo a resistir às tensões de tração atuantes. Este composto do concreto e o

material citado para os esforços de tração, que é o aço, é nomeado então de concreto armado.

2.2. Aplicação do Concreto Armado

Segundo Melhado e Barros (1998), a execução de elementos com concreto armado deve adotar um esquema básico de produção, qual possibilite obter peças projetadas previamente e com a qualidade exigida.

Este esquema, apresentado genericamente no fluxograma, a seguir:

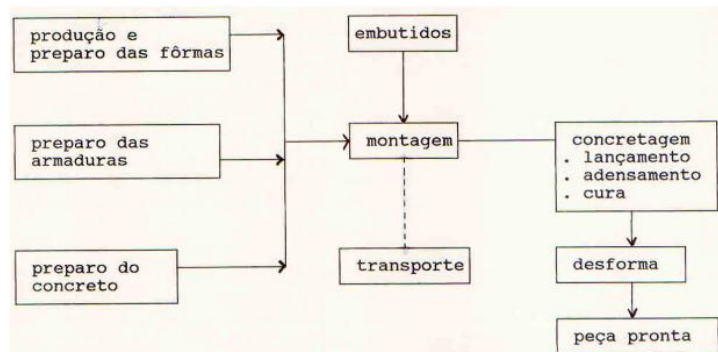


FIGURA 1 - Esquema genérico do fluxograma de produção de elementos de concreto armado (MELHADO e BARROS (1998), Pág 04, FIGURA 2.1).

Ainda conforme citado por Melhado e Barros (1998), se considerados os embasamentos dados em âmbito acadêmico, pelas disciplinas de Materiais de Construção Civil, sobre preparo, transporte, lançamento e adensamento do concreto e cura dos componentes do mesmo, haverá destaque nos aspectos como: produção das fôrmas; preparo das armaduras; produção geral dos elementos de concreto armado (montagem das fôrmas e armaduras, transporte do concreto e concretagem), sendo considerada a metodologia de produção.

2.3. Estrutura Pré-Moldada

A NBR 9062 (ABNT, 2006), que trata de estruturas pré-moldadas especificamente, traz algumas definições, diferenciando os tipos de estruturas:

- Elemento pré-moldado: elemento executado fora do local de utilização de definitiva, com controle de qualidade.
- Elemento pré-fabricado: elemento pré-moldado, executado industrialmente, mesmo sendo em instalações provisórias, sob condições rigorosas de controle de qualidade.

De modo geral, aplicam-se às estruturas de concreto pré-moldado as regras e processos de cálculo relativos às estruturas moldadas no local, conforme disposto na NBR 6118, complementados pelo prescrito nos Capítulos 5,6 e 7. (ABNT 9062, 2006).

Segundo Pederiva (2009), considera que todas as vantagens do concreto pré-moldado serão potencializadas se a estrutura for concebida de acordo com uma filosofia específica do projeto. Os projetistas devem considerar possibilidades, as restrições e as vantagens do concreto pré-moldado, produção, transporte e montagem, antes de finalizar um projeto estrutural.

Comenta Melo (2004), que um erro cometido comumente, é iniciar o projeto como uma estrutura monolitizada e no decorrer do processo desejar que a estrutura propiciasse e proporcionasse a flexibilidade e os benefícios de uma estrutura isostática, o que foge das possibilidades. As ligações rígidas resultam em uma versatilidade limitada em relação a ocasionais modificações, no entanto podem trazer como benefício a economia na execução da estrutura, por se tratar de um projeto mais simplificado, com menos detalhes logo, demandando menor tempo de desenvolvimento e execução.

2.4. Manuseio De Elementos Pré-Moldados

Conforme a NBR 9062 (ABNT, 2006) Os elementos pré-moldados são suspensos e movimentados por intermédio de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados em pontos de suspensão localizados nas peças de concreto perfeitamente definidos em projeto, evitando-se choques e movimentos abruptos. As máquinas de suspensão, balancins, cabos de aço, ganchos e outros dispositivos são dimensionados levando-se em conta as solicitações dinâmicas.

2.5. Armazenamento De Elementos Pré-Moldados

A descarga dos elementos pré-moldados é feita com os mesmos cuidados do manuseio. O armazenamento é efetuado sobre os dispositivos de apoio, como cavaletes, caibros ou vigotas, assentes sobre terreno plano e firme (ABNT 9062, 2006).

Podem ser formadas pilhas, intercalando-se dispositivos de apoio para evitar o contato das superfícies de concreto de dois elementos superpostos. Estes apoios devem situar-se em regiões previamente determinadas pelo projeto e devem ser constituídos ou revestidos de material suficientemente macio para não danificar os elementos de concreto (ABNT 9062, 2006).

Na formação de pilhas devem ser tomados cuidados especiais para manter a verticalidade dos planos: longitudinal, que passa pelos eixos dos elementos, e transversal, que passa pelos dispositivos de apoio. Deve ser analisada criteriosamente a segurança contra o tombamento do elemento considerado isoladamente ou formando pilhas. No caso da necessidade de escoamento lateral, este não deve introduzir esforços não previstos no cálculo dos elementos de concreto. (ABNT 9062, 2006).

2.6. Especificações Suplementares

Na execução de elementos pré-fabricados, conforme definido no Capítulo 3 da NBR 9062 (2006), os encarregados da produção e do controle de qualidade devem estar de posse de manuais técnicos, cuidadosamente preparados pela direção da empresa responsável pelos trabalhos, que apresentem de forma clara e precisa, pelo menos, as especificações e procedimentos seguintes:

a) formas, montagem, desmontagem, limpeza e cuidados;

- b) armadura, diâmetro dos pinos para dobramento das barras, manuseio, transporte, armazenamento, estado superficial, limpeza e cuidados;
- c) concreto, dosagem, amassamento, consistência, descarga da betoneira, transporte, lançamento e adensamento;
- d) protensão, forças iniciais e finais, medidas das forças e alongamentos, manuseio, transporte, armazenamento, estado superficial, limpeza e cuidados com fios, barras ou cabos de protensão;
- e) liberação da armadura pré-tracionada, método de liberação da armadura de seus apoios independentes e de seccionamento da armadura exposta entre elementos dispostos em linha, no caso de pistas de protensão na produção de elementos de concreto pré-fabricados por pré-tração, cuidados e segurança contra acidentes;
- f) manuseio e armazenamento dos elementos, utilização de cabos, balancins ou outros meios para suspensão dos elementos, pontos de apoio, métodos de empilhamento, cuidados e segurança contra acidentes;
- g) tolerâncias, tolerâncias dimensionais e em relação a defeitos aparentes das formas e da armadura, tolerâncias quanto à variação da consistência e defeitos aparentes do concreto fresco, tolerâncias quanto à discrepância entre a medida do alongamento e da força aplicada à armadura protendida, tolerância em relação às resistências efetivas do concreto, tolerâncias de abertura de fissuras, tolerâncias dimensionais e em relação a defeitos aparentes dos elementos pré-fabricados acabados.

2.7. Montagem de Elementos Pré-Moldados

A montagem dos elementos pré-moldados, em suas posições definitivas na obra, é realizada por intermediário de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados, utilizando-se os pontos de suspensão localizados nas peças de concreto devidamente definidos em projeto para esta operação, evitando-se choques e movimentos abruptos. Da mesma forma que no manuseio, as máquinas de montagem, balancins, cabos de aço, ganchos e outros dispositivos são dimensionados levando-se em conta as solicitações dinâmicas (ABNT 9062, 2006).

2.8. Controle De Qualidade e Inspeção

Como se sabe, cada material e cada produto possuem respectivas metodologias de conferência de qualidade e inspeção, para que desta forma se garanta a qualidade do produto final, qual engloba pontos como eficiência, estética, segurança, dentre outros. Segundo Geyer e Sá (2006), a qualidade final de uma estrutura de concreto armado depende do controle de suas propriedades não somente no seu estado endurecido, como muitas vezes se restringe o controle tecnológico, nos ensaios de resistência à compressão simples (concreto endurecido). Deve-se também haver um controle no estado fresco, analisando outras características igualmente responsáveis pela qualidade final do concreto, para que se garanta as propriedades e qualidade pretendidas.

De acordo com a NBR 9062 (2006), o controle de qualidade e a inspeção de todas as etapas de produção, transporte e montagens dos elementos pré-moldados devem ser executados de forma a garantir o cumprimento das especificações do projeto.

O controle de qualidade tem de ser sistêmico: da concepção à montagem, passando, entre outras etapas, pela produção e pela análise das matérias-primas recebidas.

Os elementos produzidos em usina ou instalações analogamente adequadas aos recursos para produção e que disponham de pessoal, organização de laboratório e demais instalações permanentes para o controle de qualidade, devidamente inspecionada pela fiscalização do proprietário, recebem a classificação de pré-fabricados, desde que sejam atendidos os requisitos de 12.2.1 a 12.2.3 da NBR 9062 (2006):

12.2.2 Os elementos devem ser identificados individualmente e, quando conveniente, por lotes de produção.

12.2.3 A inspeção das etapas de produção compreende pelo menos a confecção da armadura, as formas, o amassamento e lançamento do concreto, o armazenamento, o transporte e a montagem; deve ser registrada por escrito em documento próprio onde constem claramente indicados a identificação da peça, a data de fabricação, o tipo de aço e de concreto utilizados e as assinaturas dos inspetores responsáveis pela liberação de cada etapa de produção devidamente controlada.”

Quanto ao controle de qualidade do produto final da estrutura em concreto armado, deve-se seguir a normativa nacional respectiva, neste caso a NBR 6118 (2004), qual delimita que dependendo do porte da obra, o julgamento da conformidade do projeto deve ser solicitado e contratado pelo contratante a um profissional devidamente habilitado, devendo este ser registrado em documento específico que deve acompanhar a documentação do projeto. Esta avaliação da conformidade do projeto deve ser realizada previamente à fase de construção e, se possível, de forma simultânea com a fase de projeto, como condição eficaz na efetivação e propiciação de resultados favoráveis.

2.9. Custos Relativos aos Processos

Segundo, González (2008), um orçamento é uma ou estimativa do custo ou do preço de uma obra, sendo o custo total da obra, o valor correspondente à soma de todos os gastos presentes em sua execução, correspondendo a uma equação onde o preço final é igual ao custo acrescido da margem de lucro, ou seja, $C + L = P$.

Custo direto, segundo Dias (2000), pode-se dizer que é aquele obtido pela soma dos insumos que ficam incorporados ao produto, ele se dá pela contabilização de itens de custo facilmente dimensionáveis nas unidades de pagamento dos mesmos. Neste caso podendo ser tomados como exemplos o concreto, formas e armação, as horas empregadas de pedreiros, serventes, equipamentos, em função das dimensões fornecidas em projeto (m^3 de concreto).

Custo indireto é decorrente a partir dos itens que não são facilmente mensuráveis nas unidades de medição dos serviços diretos, sendo exemplo destes os serviços de mestre de obra, engenheiro, veículos de apoio e outros que normalmente possuem um cálculo mensal agregado à obra, tais como administração, impostos ou juros sobre capital investido.

Como cita o Dias (2000), cabe destacar que o custo de obra é regional, pois cada variável tem uma característica regida em cada região, tais como mão de obra, salários, benefícios e os próprios materiais, podem apresentar características sazonais também os insumos, variando segundo a demanda. Outro ponto importante é referente ao quantitativo da obra, lembrando que é essencial que a relação oferecida aos órgãos pesquisadores de preços básicos seja a mais leal possível em relação ao objeto da obra, o que dá maior garantia aos valores estimados e conseqüentemente ao custo final do orçamento.

3. Procedimentos metodológicos

Para atingir os objetivos deste trabalho foram utilizados os seguintes procedimentos:

- Para avaliar a estrutura necessária para a execução da edificação comercial/residencial, foi utilizado o projeto arquitetônico da edificação, com dimensões em planta baixa e corte, que posteriormente foram apresentadas junto à duas empresas do ramo de estruturas pré-moldadas (delimitadas Empresa 01 e Empresa 02) e a uma construtora no método de estrutura em concreto armado, para que as mesmas pudessem desenvolver e propor uma estrutura que atendesse as necessidades da obra, com os vãos livres necessários, seções de pilares, vigas e etc.
- As empresas forneceram então seus respectivos orçamentos para a estrutura pré-moldada e seus prazos médios de entrega.
- A construtora forneceu os respectivos custos para execução da estrutura proposta na forma convencional através do projeto estrutural que lhes foi entregue.
- As vantagens e desvantagens de cada método foram apresentadas de acordo com as informações levantadas na fundamentação teórica deste presente artigo.
- Após o levantamento de todas as informações acima, foi elaborada uma análise sobre qual método apresentou as maiores vantagens, considerando a viabilidade técnica e econômica para o cliente desta edificação específica.

4. Apresentação e Análise Dos Resultados

O projeto arquitetônico de um edifício comercial e residencial mostra 24 pilares de seção 0,20 x 0,30 metros com 11,20 metros de altura (9,90 + 1,30 metros) para apoio da estrutura e um total de 91 vigas para sustentação laje (laje treliçada com sobrecarga calculada para até 350,00 Kg/m² padrão para todos os orçamentos) com comprimentos variados, mas todas com 0,40 metros de altura e espessuras de 0,15 metros.

4.1. Análise de viabilidade técnica

A estrutura proposta pela Empresa 01, Empresa 02 e a Construtora, tiveram como base o projeto arquitetônico, seguindo os mesmos padrões já apresentados. Utilizou-se o programa Cype Cad 2012, conforme figura 1, para a estrutura convencional seguindo o mesmo lançamento confeccionado pelas empresas pré-moldadas, para que

os cálculos ficassem similares para uma melhor comparação de valores entre os dois sistemas.

O prazo de execução variou entre 03 e 04 meses para estrutura pré-fabricada e de 06 meses para execução da estrutura convencional.

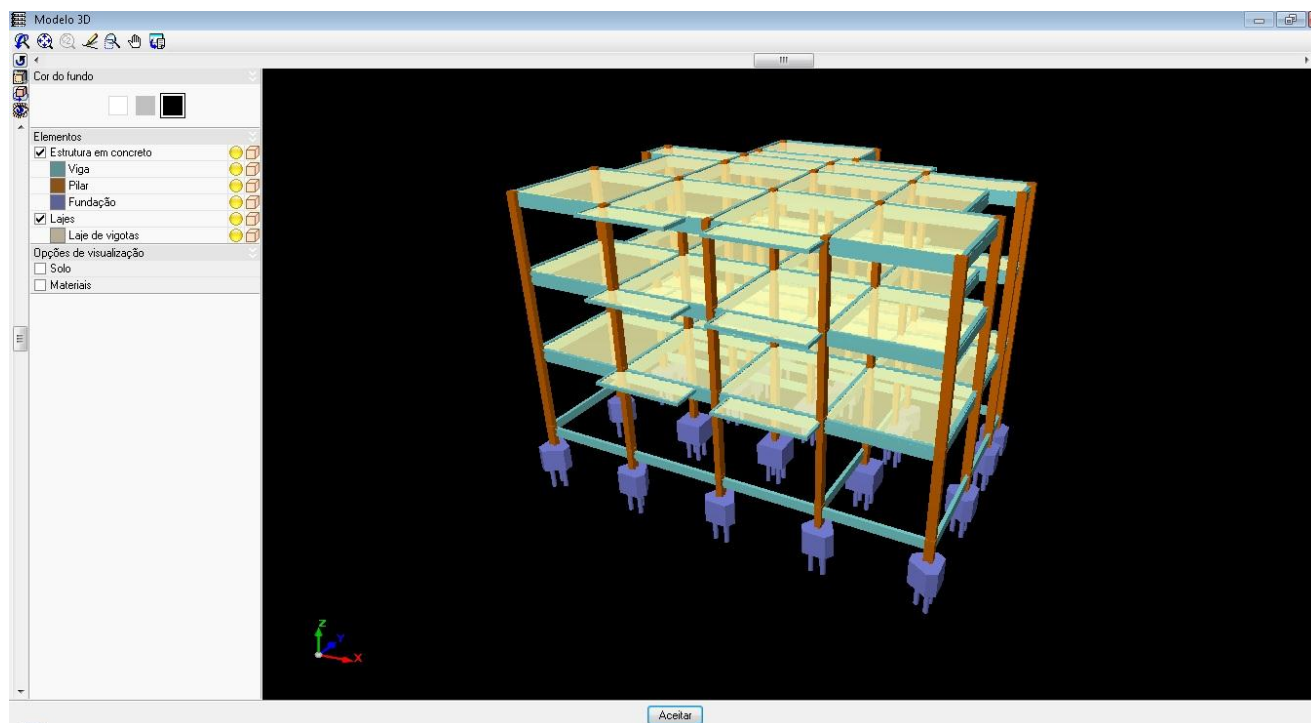


Figura 2 - Estrutura desenvolvida no Cype Cad (2015).

4.2. Análise de viabilidade econômica

Foram utilizados os orçamentos de cada empresa e um comparativo para a estrutura convencional através da tabela SEIL/PRED (AGOSTO/2015) E SINAPI/PR (AGOSTO/2015), para que pudesse ser feita a comparação entre as empresas e entre os sistemas construtivos. Os custos de frete, deslocamento, hospedagem e alimentação foram dispensados para que se pudesse melhor avaliar as estrutura convencional e pré-moldada.

Por apresentar custos que eram comuns tanto para o sistema pré-moldado quanto ao sistema convencional, não foram considerados os seguintes custos:

- Serviço de terraplenagem para regularização do terreno;
- Tapume;
- Gabarito;
- Ligação de água potável e luz;
- Demais obras de execução civil em geral não detalhadas.

Para o sistema convencional faz-se necessário à montagem do barraco de obra, para que os funcionários possam executar seus serviços durante o tempo de execução dos mesmos. Portanto esse ponto fica verificado no item "INSTALAÇÕES" na tabela apresentada a seguir.

Tabela 1 - Comparativo de custos entre sistema pré-moldado e convencional

ITENS	PRÉ-MOLDADO		ESTRUTURA CONVENCIONAL	
	EMPRESA 01	EMPRESA 02	CONSTRUTORA	TABELA SEIL/PRED e SINAPI/PR
INSTALAÇÕES	-	-	R\$ 8.611,76	R\$ 7.768,02
FUNDAÇÃO (BLOCOS)	R\$ 36.500,00	R\$ 21.600,00	R\$ 40.336,47	R\$ 47.025,07
ESTRUTURA (PILARES E VIGAS)	R\$ 90.000,00	R\$ 124.134,50	R\$ 79.058,82	R\$ 67.858,84
LAJE	R\$ 49.000,00	R\$ 34.010,00	R\$ 59.790,14	R\$ 46.675,32
TEMPO	120 DIAS	90 DIAS	150 DIAS	180 DIAS
TOTAL	R\$ 175.500,00	R\$ 179.744,50	R\$ 187.797,19	R\$ 169.327,25

Analisando os valores tabela acima o item mais expressivo é o tempo de execução entre o sistema convencional e o pré-moldado, que pode variar até o dobro do tempo estimado pela Empresa 02.

Outro item que deveria estar mais evidente seria fundação, pois as diferenças no volume de terra a ser retirado, quantidade de homens/hora para a execução do serviço, dimensões das ferragens e pelo volume de concreto necessário nos diferentes sistemas elevaria o valor da fundação do pré-moldado.

No sistema convencional a maior diferença se dá devido à quantidade de homens/hora necessários para a montagem das fôrmas, armação das ferragens, concretagem das peças, desmontagem, limpeza e etc.

O CUB (Custo Unitário Básico de Construção – R\$/m²) do estado do Paraná do mês de dezembro de 2015, para construção residencial de padrão normal R-8 é de R\$1.303,77/m². Dentro do CUB, o valor de mão de obra, materiais e de equipamentos para estrutura de pilares e vigas correspondem aproximadamente a 25% do total, o que daria entorno de R\$325,94/m². Para a estrutura objeto deste trabalho de 556,56m² o valor aproximado seria de R\$181.405,17, o que é equivalente aos valores apresentados acima.

4.3. Vantagens e desvantagens dos métodos construtivos

4.3.1. Vantagens das estruturas pré-moldadas

Como as principais vantagens da aplicação de uma estrutura pré-moldada temos: **FLEXIBILIDADE:** A flexibilidade é a grande característica deste tipo de construção: o

galpão pré-moldado de concreto pode ter de 20 a 25m de vão livre. Esta abrangência pode ser obtida com o uso de diversas técnicas de engenharia que permitem calcular precisamente a distribuição dos pesos e as necessidades estruturais.

AGILIDADE: Como as peças de concreto pré-moldados chegam prontas à obra, a construção é mais rápida, o que se converte em uma grande vantagem econômica, pois o quanto antes um edifício comercial estiver pronto, mais cedo ele começará a produzir e gerar lucro. Como ele é fabricado antes mesmo de chegar ao canteiro de obras, isso permite que se consiga fazer, por exemplo, a execução das fundações no mesmo momento em que as peças serão produzidas na indústria de origem, otimizando, fazendo com que se ganhe tempo e que a obra possa ser concluída num período muito menor do que o método convencional em concreto armado.

ECONOMIA: Uma vantagem econômica do pré-moldado é que como as peças já vêm prontas, a obra requer menos mão-de-obra e, portanto, menos gastos com trabalhadores, além de tudo, como o preço das estruturas pré-moldadas é sempre conhecido de antemão, não há imprevistos de ordem financeira com relação à estas estruturas ao longo da obra. Ainda há redução de custo com o cimbramento.

SEGURANÇA: Tudo isto resulta em mais segurança e organização para a obra. Como as peças são industrializadas, há um rígido controle tecnológico da produção, que é executada conforme as normas ABNT. Isto também faz com que a empresa esteja dentro das regulamentações impostas pelo Ministério do Trabalho.

QUALIDADE: Além de ser prático, o concreto usinado ainda possui dosagem controlada, garantindo resistência e características desejadas e designadas em projeto, logo, a qualidade.

DIMINUIÇÃO DE RESÍDUOS: Como as peças chegam prontas, não há necessidade de designar local para produção do concreto, dobra de ferragem, entre outros processos, no canteiro de obras. Isso significa mais espaço e evitando o acúmulo de resíduos indesejáveis e evitando os desperdícios com materiais sempre ocasionados *in loco*.

4.3.2. Desvantagens das estruturas pré-moldadas

Dentre as inúmeras vantagens do sistema, existem também fatores que podem dificultar e até impedir a aplicação do mesmo, sendo estes:

DIFÍCIL MOBILIDADE: o acesso dos equipamentos até o local da obra pode ser uma grande desvantagem, dependendo das condições do terreno onde a obra será executada.

CUSTOS ELEVADOS: O custo de uma estrutura pré-moldada a primeira vista sempre parece mais cara que a de uma estrutura executada “*in loco*” e apresenta uma aversão primária por meio da população leiga no assunto.

As peças são pesadas, via de regra, não podendo ser transportadas no canteiro sem o equipamento adequado e mesmo com todo aparato necessário, se faz primordial o cuidado com o transporte, pois as peças são frágeis e podem se fragmentar, inutilizando assim a mesma.

Outras desvantagens estão no processo de produção, pois há custos de produção com automatização de execução e o uso do concreto de alto desempenho-CAD, que possui, maior valor, e por fim os custos de transporte e montagem de ligação final.

4.3.3. Vantagens das construções “*in loco*”

Neste método de construção, temos como principais vantagens:

FLEXIBILIDADE: Vencer grandes vãos; Devido aos diversos tipos é inúmera sua versatilidade na aplicação da construção civil (vigas, pilares, lajes, pisos, grandes construções de pontes, estradas, viadutos).

DURABILIDADE; Manutenção preventiva permite maior durabilidade devido à resistência do material.

MÃO DE OBRA ACESSÍVEL: Há uma grande facilidade de obter mão-de-obra e facilidade de resolver os problemas oriundos do projeto na obra pela grande oferta de mão de obra no mercado.

MATERIAL ACESSÍVEL: não são necessários a princípio de materiais e equipamentos que necessitem treinamento ou licença de operação e os materiais necessários para o início de uma obra podem ser facilmente adquiridos em lojas de materiais de construção. As armaduras das peças podem ser adquiridas montadas, diretamente de grandes fornecedores de aço, garantido dessa forma que o projeto estrutural seja seguido.

Flexibilidade de projeto e também de mudanças.

4.3.4. Desvantagens das construções “*in loco*”

Algumas das principais desvantagens são a baixa produtividade, grande desperdício de materiais, morosidade na execução das edificações e baixo controle de qualidade.

Por ser uma indústria que não possui tradição de treinamento da mão de obra em larga escala, torna-se difícil a busca de profissionais qualificados e experientes que poderiam assegurar uma garantia mínima de qualidade à obra.

Mais especificamente temos como desvantagens:

QUALIDADE MAIS BAIXA: A qualidade da estrutura de concreto armado convencional é também mais difícil, pois são raros os canteiros com um setor especializado das armaduras, montagem de forma, controle rigoroso de material e de montagens em geral.

DESPERDÍCIO DE MATERIAL: também é uma questão dentro da construção civil convencional, notadamente na questão de estruturas, como pedaços de ferro, pregos, madeira, arame e etc.

ACÚMULO DE RESÍDUOS: A questão de sustentabilidade deve ser levada em consideração dentro do canteiro de obras, a quantidade de lixo e o desperdício gerado dentro da construção convencional é consideravelmente elevada, devendo ser tratado e retirados do local de uma forma ou de outra, o que também gera custos adicionais ao proprietário da obra.

IMPRECISÃO DE CUSTOS: O custo total de uma estrutura executada “*in loco*” é difícil ser determinado com precisão ao final da obra, por serem vários os fatores envolvidos.

TEMPO: o tempo de execução da estrutura convencional, também tem que ser levado em conta, devido a montagem das formas, montagem de escoramento, ferragens, concretagem, cura e posteriormente desmoldagem das peças.

5. Considerações finais

Como se pode perceber na Tabela 1, os custos da estrutura convencional e da estrutura pré-moldada, quando são comparados diretamente pelo custo geral da estrutura (fundação, pilares, vigas e lajes) que se fazem necessários para execução dos dois métodos, a estrutura pré-moldada fica entorno de 6,55% mais barata em um dos casos, o que já se justificaria a sua escolha, sem contarmos a qualidade das peças, rapidez da montagem, limpeza do canteiro, mão de obra mais qualificada e tudo que já foi mencionado nos itens anteriores.

Quando se propõem um plano de execução para os dois sistemas, se evidencia mais uma qualidade do sistema pré-moldado, sendo que os trabalhos sob o teto de uma indústria melhoram as condições de trabalho, com maior fiscalização, maior controle de materiais, menor desperdício, menor risco de acidentes, profissionais mais qualificados, sendo assim, também mais sustentável.

Ao contrário da construção convencional, onde além de não ter controle das intempéries climáticas, existe a dificuldade de fiscalização de materiais e serviços, o que torna complexo e praticamente impossível estabelecer garantia de prazo e efetividade de entrega da estrutura, pois, o mesmo depende de índices de produtividade que conseguirá ser ou não alcançado dentro do canteiro de obras, além de depender diretamente do clima e do índice pluviométrico do período.

Portanto, quando se coloca frente a frente a questão do prazo de entrega, podemos contabilizar para a estrutura pré-moldada um prazo médio e quase exato de 3 a 4 meses entre a fabricação e montagem, e para a estrutura convencional um prazo médio de 5 a 6 meses considerando os fatores relatados anteriormente.

Sendo assim, pode-se concluir que para a obra em questão, a estrutura que melhor respeitou a relação custo-benefício, atendeu todas se não praticamente todas as expectativas quanto a prazo, custo, qualidade, segurança, menor índice de desperdícios, maior agilidade foi a estrutura pré-moldada. Todavia para execução da edificação em questão seria entregue ao cliente os comparativos, orientando-o para escolha do melhor sistema. Porém existem muitos casos e situações dentro da construção civil, ficando difícil estabelecer um padrão construtivo para um determinado padrão de obra, sendo ainda a melhor forma de escolha a conversa com o cliente e os comparativos, de custos-benefícios, as necessidades e expectativas em relação à obra que será executada.

6. Referências

BITTENCOURT, T. N.. **Estudo experimental do fraturamento do concreto estrutural por meio de corpos de prova cilíndricos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. **CEB-FIP Model Code 1990**. London, Thomas Telford, 1993.

CORNELL FRACTURE GROUP. **Franc3D Menu & Dialog Reference**. Cornell University, Ithaca, 1998.

FERNANDES, C. A., et al.. Reforço de pilares de elevado do metrô de São Paulo, **41º Congresso Brasileiro do Concreto**. São Paulo, IBRACON, 1999.

GEYER, A. L. B.; SÁ, R. R.. **Importância do Controle de Qualidade do Concreto no Estado Fresco**. Informativo técnico. Aparecida de Goiânia – Go, jul, 2006. Disponível em: <http://www.realmixconcreto.com.br/downloads/Ano2_informativo_internet.pdf>. Acesso em 28 de dezembro de 2015.

SHAH, S.P.; SWARTZ, S.E.; OUYANG, C.. **Fracture mechanics of concrete** - applications of fracture mechanics to concrete, rock and other quasi-brittle materials, New York, John Wiley & Sons, 1995.