

COMPARAÇÃO DE INDICADORES ENTRE EXECUÇÃO DE CONSTRUÇÃO DE UM BARRACÃO EM ESTRUTURA PRÉ- MOLDADA E CONVENCIONAL

Paulo Rogério Carreira Machado (aluno)

Prof. Dr. Manoel Francisco Carreira (orientador)

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados de uma pesquisa realizada sobre dois diferentes sistemas de construção para a execução de um barracão. Os sistemas abordados foram os de estrutura pré-moldada e estrutura convencional. O estudo envolve uma pesquisa teórica sobre os diferentes sistemas analisados, análise de custos, tempo de execução e qualidade, analisando os mesmos do ponto de vista da teoria da tripla restrição para a tomada de decisões. Para estudar o tema, foi analisado um caso genérico a partir de um projeto arquitetônico apresentado, e a partir dele, realizou-se as análises propostas de custo, tempo e qualidade. Na elaboração do estudo, pode-se observar que o sistema em estrutura convencional apesar de apresentar um menor custo, é menos vantajoso quanto ao tempo de execução e a qualidade do produto final quando comparado ao sistema de estrutura pré-moldada. Dessa forma o artigo visa auxiliar a tomada de decisão do empreendedor que busca a construção de uma edificação com essas características.

Palavras-chave: industrialização; construção civil; pré-moldado; otimização.

Abstract

This article aims to present the results of a research made between on two different systems of construction, for the execution of a shed. The systems studied were those of pre-cast structure and conventional structure. The study involves a theoretical research on the different analyzed systems, cost analysis, execution time and quality, analyzing them from the point of view of the triple restriction theory for decision making. To study the subject in depth, a generic case was analyzed from an architectural project presented, and from the same, the proposed analyzes of cost, time and quality were carried out. In the elaboration of the study, it can be observed that the system in conventional structure although presenting a lower cost, it is less advantageous as to the time of execution and the quality of the end product targeted when compared to the system of precast structure. In this way the article aims to help the decision making of the entrepreneur who seeks the construction of a building with these characteristics.

Keywords: industrialization; construction; pre-molded; optimization;

1. Introdução

Ao longo da história da construção civil se desenvolveram inúmeras técnicas e formas de trabalhar para facilitar e reduzir os custos para execução de uma obra, porém, é de conhecimento geral que, no Brasil, a construção civil ainda não utiliza as melhores tecnologias, principalmente quando comparada aos demais ramos industriais, pois apresenta grande desperdício de materiais, baixo controle de qualidade e ausência de uma linha de produção eficiente (DEBS, 2017).

Evoluir, no sentido de aperfeiçoar-se como indústria, é o caminho natural da construção civil, dessa forma, industrializar-se para a construção é sinônimo de evoluir (SEBBATINI, 1989, apud PREMONTA, 2015).

A Construção Civil é considerada uma indústria, que se baseia, principalmente, em processos organizados de forma repetitivas, com base na variabilidade incontrolável e casual de cada fase de trabalho, que caracteriza as ações artesanais, as quais são substituídas por estruturas pré-determinadas de uniformidade e continuidade executiva, características das modalidades operacionais parcial ou totalmente mecanizadas (ROSSO, 1996).

A utilização de medidas racionalizadas aumenta o nível organizacional dos processos, que é à base da industrialização, pois a racionalização e a industrialização caminham juntas. Dessa forma, esclarece-se que a industrialização da construção é o processo evolutivo que, por meio de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de execução, técnicas de planejamento e controle, objetiva enriquecer a produtividade e melhorar o desempenho da atividade construtiva (FRANCO, 1992).

Ao longo desse artigo, entenda-se como estrutura o conjunto formado por vigas, pilares e lajes de uma edificação, também definido como “esqueleto” da construção.

Segundo Pilotto e Valle (2011) a estrutura convencional, também conhecida como estrutura de concreto moldado *in loco*, ainda é a mais utilizada no Brasil, por ser amplamente popular e de maior familiaridade da maior parte dos trabalhadores da construção civil. Ainda segundo os mesmos autores, é composta por pilares, vigas e lajes, moldadas no local através de formas, geralmente de madeira, onde são colocadas as armaduras (barras de aço), e depois concretadas as peças.

Já a estrutura em elementos pré-moldados é descrita por Debs (2017) como “emprego de elementos de concreto moldados fora de sua posição definitiva de utilização, na construção”. Apresenta duas principais atribuições, como elemento de grande potencial para aumentar os

níveis de industrialização da execução de construções e ainda como um elemento que enfatiza a racionalização de recursos utilizados para a execução de estruturas de concreto.

A construção civil é tradicional e cautelosa. Muitas resistências aparecem para novas tecnologias, mas com o passar do tempo essas resistências vêm sendo superadas. Um estudo mais aprofundado sobre o assunto pode ajudar a esclarecer dúvidas a respeito e facilitar a tomada de decisões do empreendedor. A comparação das novas técnicas com a tradicional pode fornecer o conhecimento necessário para que se possa escolher entre os métodos construtivos dependendo da situação em particular.

Além disso, as perdas na construção civil são um fator de ineficiência que reflete no uso de equipamentos, materiais e mão de obra e quantidade superiores às necessárias à produção da edificação. Dessa forma as perdas envolvem tanto o desperdício de matérias como a execução de etapas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. Estas perdas trazem serias consequências, uma delas seria a baixa qualidade do processo de edificação, que traz como resultado não só uma elevação de custos, mais também um produto final de qualidade deficiente (FORMOSO, 2006).

Inúmeros métodos são aplicados a construção civil a fim de buscar a diminuição dos atrasos no tempo de execução, entre elas estão as técnicas associadas à utilização de elementos pré-moldados. A utilização dessas técnicas recebe a denominação de concreto pré-moldado ou de pré-moldagem. Tal sistema atua com intuito de redução do custo dos materiais utilizados nas estruturas de concreto, essencialmente o concreto e a armadura. Contudo, é na parcela relativa às formas e ao cimbramento, que ocorre normalmente o maior peso no custo do concreto armado, que lhe é mais significativo (BRUMATTI, 2008).

Desta forma, este trabalho teve que implementar uma análise comparativa na técnica e economia entre a execução de um barracão com estruturas pré-moldada e estrutura convencional moldadas in loco, em concreto armado, proporcionando a verificação sobre a utilização de ambos os casos, a fim de determinar os indicadores de previsão de tempo de construção e previsão de custo do produto final.

Além disso, este estudo busca demonstrar a viabilidade técnica e financeira da utilização do sistema de estruturas pré-moldadas em relação ao sistema convencional de estruturas de concreto armado, de forma a melhorar o aproveitamento dos recursos, através da industrialização dos processos construtivos.

2. Revisão da Bibliografia

2.1 Estrutura Convencional de construção

O concreto é um material que se adapta a qualquer forma estrutural, atendendo a inúmeras concepções arquitetônicas, como atestam as edificações presentes no Brasil e no mundo (GIONGO, 2006).

O sistema convencional de estrutura é dotado de vigas, lajes e pilares moldados no local, para assim posteriormente a execução do sistema de vedação (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de Estrutura convencional.



Fonte: Radio Sentinela do Vale (2017)

O importante é encontrar, dentro das possíveis soluções para a elaboração do sistema, aquela que seja mais adequada ao orçamento e às características do empreendedor, pois o sistema convencional é adaptável a várias soluções arquitetônicas, e a diversas condições de execução disponível, pois pode ser desenvolvida em qualquer tipo de canteiro de obra, e também não se faz necessário a utilização de equipamentos como guindastes e gruas. Porém, por ser mais flexível, o sistema convencional em si não exige tanto rigor na qualidade de execução quanto os sistemas de construção com uso de pré-moldados (PEDREIRA, 2017).

As vantagens para a aplicação do sistema convencional são:

- A flexibilidade na utilização de formas e vãos;
- Não requer mão de obras especializada;
- Menor investimento em logística e equipamento;

E as desvantagens são:

- Maior consumo de formas e escoramentos
- Maior consumo de mão de obra;
- Menor controle de qualidade inerente ao sistema;

2.2 Estrutura de Pré-moldados para construção

De acordo com a norma NBR 9062 (2001, p. 2 e p. 35), a estrutura pré-moldado está definida como:

Elemento que é executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade. Os elementos produzidos em condições menos rigorosas de qualidade e classificados como pré-moldados devem ser inspecionados individualmente ou por lotes, através de inspetores do próprio construtor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas, dispensando-se a existência de laboratório e demais instalações congêneres próprias. (NBR 9062-2001, p. 2 e p. 35)

Associa-se a utilização de elementos pré-moldados, principalmente em obras industriais, ao objetivo de reduzir custos de produção, tempos de execução, diminuir desperdícios com matérias e aperfeiçoar a mão de obra (Figura 2).

Figura 2 – Estrutura em pré-moldado.



Fonte: Metrine (2017)

De acordo com Mamede e Corrêa (2006, p. 1) “Adotar soluções voltadas à industrialização, principalmente com a pré-moldagem, pode ser um caminho para melhorar a eficiência do processo”.

Segundo Vasconcelos (2002), não há uma data específica de início da pré-moldagem. O surgimento da utilização do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Assim, subentende-se que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado.

A grande competição no mercado atual demanda soluções que, associadas ao processo construtivo em construções pré-moldadas, melhorem a eficiência do processo, eliminando etapas construtivas, minimizando interferências entre os subsistemas e elevando a qualidade do produto final.

A estrutura de pré-moldado é personalizada pela racionalização construtiva que tem por propósito um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis em todas as fases dos empreendimentos, sem uma mudança nos fundamentos tecnológicos.

Segundo Franco (1992) a concepção de produtividade que incluem o aumento de produtividade por meio do efeito da aprendizagem, efeito da continuidade e efeito da concentração que elevam a produtividade da mão-de-obra de um serviço. Esses efeitos são bases de um trabalho que são executados inúmeras vezes, sem intervalos e em grandes quantidades, gerando assim em uma mão de obra mais experiente e conseqüentemente com melhor desempenho.

Segundo Heineck (1991, p.65),

Não basta que o canteiro seja repetitivo, há necessidade de que os operários desloquem-se sem intervalos de uma atividade para outra; ainda mais, dentro da própria tarefa, não pode haver paradas devido à falta de materiais, falta de detalhamento construtivo, interferência com outras tarefas, desbalanceamento e falta de elementos na equipe de trabalho, ou ingerência de causas naturais como chuvas, etc. (HEINECK, 1991, p.65)

A partir disso, os pré-moldado obtém ganhos de produtividade através da padronização, que é definida por Rosso (1996, p.27) como “a aplicação de normas a um ciclo de produção ou a um setor industrial completo com objetivo de estabilizar o produto ou o processo de produção”.

O ambiente de trabalho é um desafio também para a economia, a fim de produzir maiores quantidades com menor custo e menos tempo, pois um pátio organizado resulta em

melhores resultados. Segundo Souza (2000, p.42), “não há sentido em se falar em qualidade na obra ou produtividade no processo construtivo quando não se tem planejado o local onde os serviços da construção acontecem”. Portanto, o canteiro de obra deve ser coordenado de forma a otimizar, com segurança, o fluxo de suprimentos e de pessoas e, conseqüentemente, o fluxograma da produção.

A estocagem correta dos materiais e componentes reduzem as perdas, afetando assim na determinação das linhas de fluxo e conseqüentemente na produtividade. Outro fator importante é a maneira de transporte dos pré-moldados, pois deve ser definida previamente ao planejamento do canteiro, de forma a permitindo melhor interação entre o local de armazenamento e equipamentos de içamento (BRUMATTI, 2008).

2.3 Gestão de projetos e a abordagem baseada na tripla restrição

Segundo Kerzner (2006) um projeto pode ser definido como um empreendimento único, com objetivo bem definido, que utiliza recursos financeiros e prazos determinados, para entregar um determinado produto que atenda a demanda do interessado e proporcione a qualidade esperada.

Projeto, também, é definido pelo *Project Management Institute* – PMI como um esforço temporário empregado na criação de um produto ou serviço único, com prazos limitados.

O projeto é autorizado a partir de uma determinada consideração estratégica, como uma demanda do mercado, um requisito legal ou a solicitação de um cliente e deve ter seis características principais segundo o PMBok Guide (2008):

- Ser temporário, tendo início, meio e fim definidos.
- Ser planejado, executado e controlado.
- Entregar um produto ou serviço exclusivo.
- Ser desenvolvido em etapas progressivas.
- Ser realizado por uma equipe.
- Ter recursos limitados.

Neste sentido, o uso da gestão de projetos como ferramenta para a tomada de decisão tem sido muito utilizada por gestores que buscam o sucesso de seus empreendimentos (NORO et, al., 2009). A tomada de decisão é nada mais do que a conversão de informações em ações (OLIVEIRA, 2004), ou seja, é a decisão tomada baseada nas informações disponíveis.

Segundo Noro (2012, p. 134), “a teoria da tripla restrição considera que o projeto possui, como principais restrições, o custo, o tempo e a qualidade.” Tem-se que a alteração em qualquer um dos fatores inevitavelmente irá se manifestar em alteração em um ou mais dos demais fatores. O projeto, então, é bem sucedido quando o produto ou serviço entregue apresenta a qualidade demanda pelo interessado, e mantém o seu custo e prazo dentro do previsto.

2.4 Indicadores para a construção civil

A necessidade de implementação de sistemas de gestão de qualidade faz com que sejam desenvolvidos diversos sistemas de indicadores, para os mais diversos campos industriais e para a construção civil não seria diferente.

Neste contexto, com vista a avaliar pontos importantes da execução de construção de edifícios, uma ferramenta extremamente válida é o *Benchmarking*, que é caracterizado como um processo de comparação de produtos, serviços e práticas empresarias visando abrir caminhos a melhorias.

Segundo Costa e colaboradores (2006), o primeiro caso de sucesso de aplicação do *benchmarking* como ferramenta aplicada especificamente na indústria da construção civil, surgiu no final dos anos 70, por um programa britânico denominado *Key Performance Indicator*, ou KPIs, que em tradução livre significa ‘Indicadores chave de desempenho’, que na época foi utilizado por empresas do setor de construção e pelo próprio governo britânico, avaliando o nível de desempenho das edificações.

O primeiro conjunto de resultados incluía os seguintes indicadores: Satisfação do cliente quanto ao produto, satisfação do cliente quanto ao serviço, número de defeitos apresentados, previsão de custo, previsão de tempo de construção, custo efetivo, tempo de construção efetivo, produtividade, lucro e segurança. Pode-se observar que destes, os únicos indicadores que podem ser levantados na fase de planejamento são os de previsão de custos e tempo de construção. Esses indicadores tratam-se de estimativas obtidas através da experiência dos profissionais envolvidos no gerenciamento dos projetos, ou ainda baseados em tabelas de referências, disponibilizadas por empresas especializadas (COSTA et. al., 2006).

No Brasil podemos citar como tabelas de referência a nível nacional as tabelas TCPO (Tabela de composições e preços para orçamentos), da editora PINI, que reúne hoje mais de 8.500 composições de serviços descrevendo todos os insumos necessários a execução de cada tipo de serviço da construção civil, incluindo dados de mão de obra, de onde podem ser extraídos os prazos de execução dos serviços, e também a tabela SINAPI (Sistema Nacional de

Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), que se trata de um sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil, elaborada pela Caixa Econômica Federal, e que estabelece valores de referência para orçamento de serviços de construção que terão como fonte de recursos investimentos ou financiamentos da União.

O indicador de previsão de construção pode ser obtido analisando a quantidade de horas empregadas da mão de obra para cada etapa do processo de construção. Neste caso, pode-se aplicar os índices da TCPO referentes a mão de obra. Somados os tempos de todos os serviços, obtêm-se o tempo necessário para a conclusão da obra, isso considerando de forma simplista que todos os processos são executados em série para facilitar o desenvolvimento do estudo e análise do resultado, porém, uma análise mais aprofundada apontaria algumas tarefas que poderiam ser executadas em paralelo, diminuindo o tempo total de execução.

Já o indicador de previsão de custos da construção pode ser obtido a partir da quantificação das mesmas etapas de construção analisadas na previsão do tempo de construção, porém na previsão de custos podemos utilizar os índices da SINAPI, que preveem o custo de cada unidade de serviço (ex: R\$/m³ de concreto), de onde obtêm-se o custo total aproximado da obra.

3. Metodologia

Do ponto de vista da natureza de pesquisa, pode-se classificar como uma pesquisa aplicada, pois visa fornecer conhecimentos para a escolha entre os sistemas a profissionais e investidores que estão em dúvida na escolha do sistema a ser utilizado. Quanto a abordagem do problema, o estudo é quantitativo e qualitativo, pois as conclusões do trabalho se darão através da análise dos valores obtidos para os indicadores custo, tempo de execução, fatores esses quantitativos e também da qualidade do produto final, fator qualitativo. Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa é descritiva, pois se dará através do levantamento de dados pela descrição dos métodos construtivos analisados. Em relação aos procedimentos técnicos, o trabalho é um estudo de caso, pois se trata de um estudo profundo a um só objeto (uma edificação) afim de determinar a esse objeto qual o melhor sistema construtivo.

Os passos identificados para a realização do trabalho são:

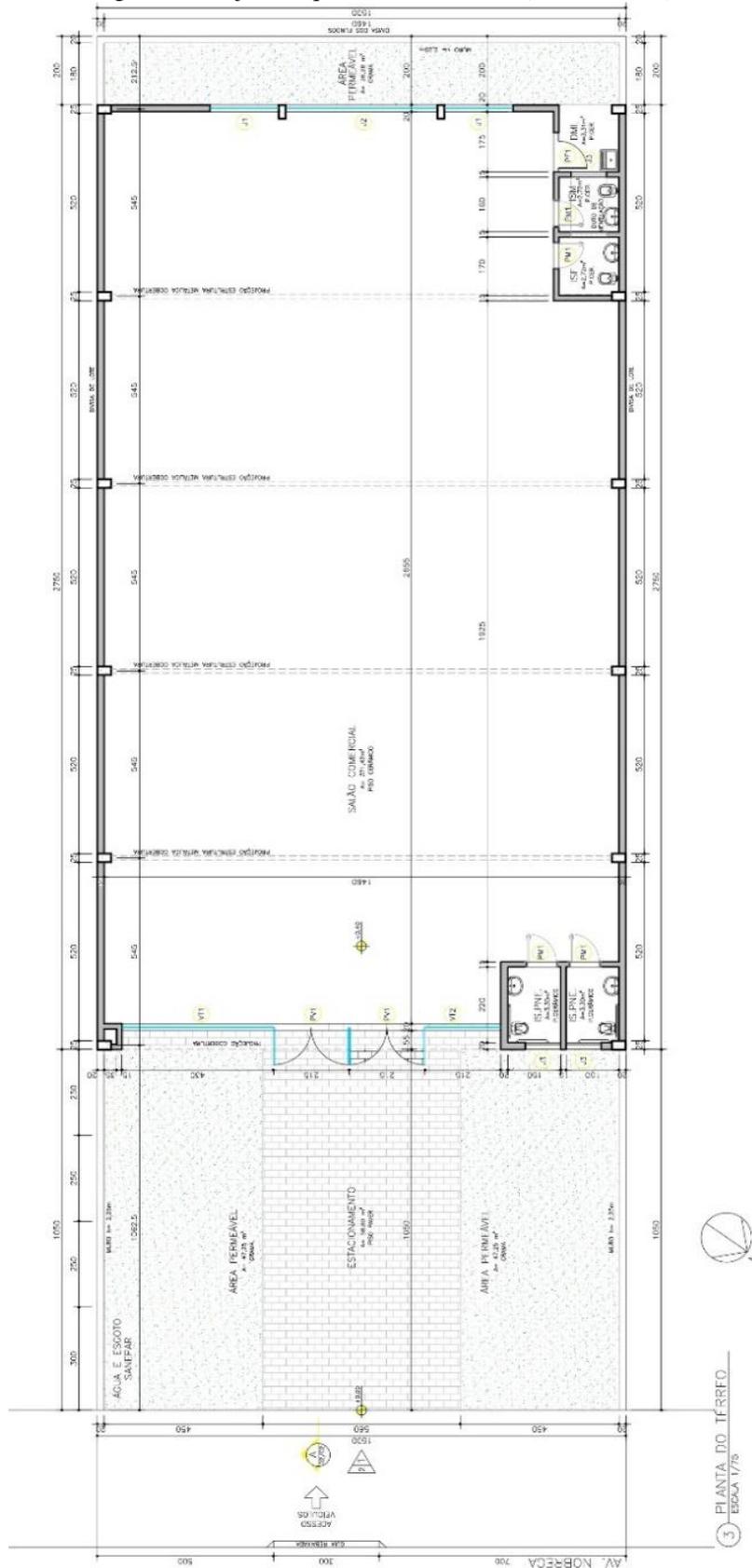
- Revisão bibliográfica dos principais temas de abordagem do estudo;
- Análise dos serviços necessários para a execução da obra e quantificar os mesmos a partir do projeto arquitetônico obtido para a elaboração do estudo;

- Levantamento de informações de custo, tempo de execução da mesma edificação através da tabela SINAP, para os custos e a tabela TCPO, para o tempo de execução dos serviços, caso não haja informações nas tabelas de referências serão consultadas empresas que atuem no mercado, e que estejam dispostas a informar os dados necessários;
- Descrição das vantagens e desvantagens dos sistemas por meio de pesquisas bibliográficas, entrevistas com profissionais qualificados e investidores;
- Execução da análise da viabilidade técnica e financeira dos sistemas em relação aos custos, tempo de execução e vantagens e desvantagens observadas, comparando os dois sistemas nesses âmbitos;
- Conclusão sobre qual dos sistemas é mais viável e porquê.

4. Contextualização do problema

O problema tratado no estudo em questão, traz um projeto arquitetônico de um barracão comercial, com área total de 412,50 m², tendo além da área comercial, quatro banheiros e um depósito de materiais de limpeza, a ser localizado na cidade de Maringá, Paraná, com execução prevista para o ano de 2018 (Figuras 3 e 4).

Figura 3 – Projeto Arquitetônico Barracão (Planta Térreo).



Fonte: O autor (2018).

O projeto em questão pode ser executado nos dois sistemas construtivos, sem nenhum prejuízo a sua utilização final. Dessa forma, deve ser analisado qual dos sistemas estruturais possíveis de serem utilizados é mais vantajoso para o investidor, que tende a buscar o melhor retorno possível para o seu investimento.

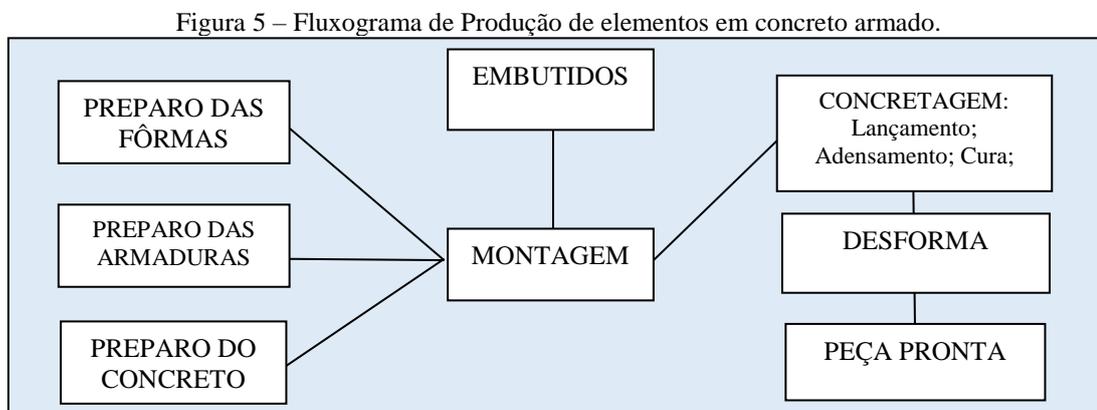
Deve ser levado em conta o valor total investido, e o tempo de execução dos serviços para que o barracão esteja em condições de uso.

4.1 Estrutura convencional

A elaboração de uma estrutura é uma tarefa complexa, a qual aborda inúmeras etapas como análise estrutural, dimensionamento e verificação perante as Normas Brasileiras, desenvolvimento de desenhos claros para execução e levantamento quantitativo de materiais.

Os cálculos para estrutura convencional são baseados na NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto, que fixa os requisitos básicos necessários para projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido.

A execução de elementos com concreto convencional deve seguir um esquema básico de produção (Figura 5), que proporciona a obtenção das peças previamente projetadas e com a qualidade especificada (MELHADO e BARROS, 1998).



Fonte: MELHADO e BARROS, 1998.

As formas são constituídas por um conjunto de componentes, que moldam o concreto, desde o estado viscoso até atingir a consistência de resistência de projeto. Porém, é um elemento transitório, e apenas utilizado para a execução, não sendo um elemento final da construção. Para um bom desempenho das formas, essas devem apresentar as propriedades e requisitos como: resistência mecânica à ruptura, resistência à deformação, estanqueidade, regularidade geométrica, textura superficial adequada, estabilidade dimensional, possibilitar o correto posicionamento da armadura utilizando-se os espaçadores, baixa aderência ao concreto,

proporcionar facilidade para o correto lançamento e adensamento do concreto, não influenciar nas características do concreto; segurança e economia (MELHADO e BARROS, 1998).

O aço é um elemento presente na estrutura, sendo esse de grande importância e de alta resistência a tração, e devido ao concreto possuir uma baixa resistência a tração, explica-se a aplicação das armaduras nas estruturas de concreto. O concreto utilizado sempre deve ser de boa procedência, e atender todos os ensaios necessários para sua aplicação, sendo o *slump-test* o inicial e resistência à compressão aos 7, 14 e 28 dias. E durante a concretagem esse deve ser vibrado de forma uniforme a fim de manter um bom adensamento, e então um bom acabamento e qualidade da peça de concreto armado (MELHADO e BARROS, 1998).

4.2 Pré-moldados

Os elementos pré-moldados são construídos em uma fábrica, e são divididas em três etapas, segundo NBR 9062:2001:

- Fase preliminar: armazenamento da matéria-prima, a dosagem e mistura do concreto e o preparo da armadura;
- Fase de execução: limpeza das fôrmas, aplicação do desmoldante, colocação da armadura e peças complementares como os espaçadores, fechamento da fôrma, lançamento e adensamento do concreto, cura e desmoldagem do elemento pré-moldado;
- Fase de atividade posterior: consiste no transporte interno dos elementos da área de fôrmas até a estocagem, transporte para local de instalação e montagem.

As formas são de grande importância na fabricação dos elementos pré-moldados, pois a partir delas é definida a qualidade final do produto e a produtividade do processo. Uma forma deve possuir uma estabilidade volumétrica, possibilidade de reutilização, baixa aderência com o concreto, fácil limpeza, ser estanque e possuir peças projetadas, sem deformação no decorrer da concretagem.

As armações dos elementos são idênticas aos das estruturas moldadas no local, porém, por ser produzidos em série geram uma maior racionalidade dos trabalhos.

O concreto utilizado possui resistências iniciais mais elevadas, devido a necessidade de rápida desforma, para fim de aumentar a produtividade do processo e o adensamento resulta diretamente na qualidade do concreto, podendo ser realizado por vibradores agulhas e mesas vibratórias ou por centrifugação que são aplicados em pilares. E também devem ser vibrados

de forma a evitar o aparecimento de trincas e precoce exposição de armadura, além de reduzir os vazios e dar melhor acabamento as peças (MATTOS, 1997).

A cura será normal, a qual o concreto (peça) é preservado de mudanças de temperatura, secagem, choques e vibrações, até atingir a resistência inicial estabelecida em projeto e evitar fissuras nas peças.

A desmoldagem será realizada de forma manual, a qual deverá estar com a resistência conforme projeto, garantindo assim a integridade da peça, posteriormente a desforma, as peças serão limpas e removidas as rebarbas existentes (NBR 9062, 2001). O transporte e manuseio serão realizados por meio de pórticos rolantes e caminhões guindastes, e serão armazenados até atingirem a resistência de projeto. Posteriormente a isso serão destinados ao local de montagem e finalização.

5. Resultados e discussões

Com o objetivo de fazer uma primeira avaliação da viabilidade econômica da proposta construtiva, foi desenvolvida uma comparação de custos para um caso típico entre um barracão com as mesmas dimensões e tamanhos, com uma sistemática construtiva convencional, e uma no sistema de estrutura pré-moldada.

Inicialmente, foram comparados os dois sistemas quanto a suas atividades, verificando-se onde haverá mudanças que possam afetar o orçamento da obra ou o prazo de execução. Para isso foi elaborada a estrutura analítica do projeto (EAP) (Quadro 1).

Quadro 1 – Atividades a serem desenvolvidas para execução do barracão.

Item	Descrição	Comparativo entre os sistemas
1	Serviços preliminares	
1.1	Montagem de canteiro	Igual
1.2	Limpeza e nivelamento do terreno	Igual
1.3	Ligações provisórias	Igual
2	Infra estrutura	
2.1	Estacas	Igual
2.2	Blocos	Diferente
2.3	Viga baldrame	Diferente
3	Supra Estrutura	
3.1	Pilares	Diferente
3.2	Vigas Intermediárias (cintas)	Diferente
3.3	Vigas Superiores	Diferente
4	Fechamentos	
4.1	Alvenaria em Tijolos ceramicos	Igual

Item	Descrição	Comparativo entre os sistemas
5	Revestimentos Argamassados	
5.1	Chapisco	Igual
5.2	Reboco (massa única)	Igual
5.3	Contra piso	Igual
6	Cobertura	
6.1	Estrutura metálica	Igual
6.2	Cobrimento com telhas metálicas	Igual
7	Esquadrias	
7.1	Portas	Igual
7.1	Janelas	Igual
8	Instalações	
8.1	instalação elétrica/telefônica	Igual
8.2	Instalação hidráulica	Igual
9	Acabamentos	
9.1	Revestimentos cerâmicos	Igual
9.2	Piso de Concreto	Igual
10	Pintura	
10.1	Selantes e impermeabilizantes	Igual
10.2	Pva e pintura interna	Igual
10.3	Pintura externa (textura)	Igual
11	Serviços complementares	
11.1	Instalação de acessórios	Igual
11.2	instalação de Grades de Portões	Igual
11.3	Jardinagem	Igual
11.4	Desmontagem Canteiro	Igual
11.5	Limpeza final de Obra	Igual

Fonte: O Autor (2018).

A partir dos itens que podem vir a causar divergências no tempo de execução e custos da obra vistos na tabela acima, foram montados os orçamentos para cada serviço, nos dois sistemas construtivos diferentes, um para o sistema convencional de estruturas, e outro para o sistema de estrutura pré moldada.

Os orçamentos obtidos podem ser vistos a baixo, e estão separados em vigas baldrame e blocos, pilares e vigas intermediárias e superiores, de forma a facilitar a visualização de cada etapa da estrutura.

Os dados para o orçamento em estrutura pré-moldada não foram encontrados em tabelas de referência, por isso foram utilizados valores de referência de uma empresa que atua na região de Maringá-Pr. Para o orçamento no sistema convencional os valores obtidos para os serviços são da tabela SINAPI.

Tabela 1 – Orçamento para vigas baldrame e blocos nos dois sistemas construtivos.

	Cod. Sinapi	Descrição - Serviço com material e mão de obra	Quant.	Unid.	Valor Unit.	Valo total Conv.	Valor total pré-moldado
1		VIGAS BALDRAME E BLOCOS					
1.1		Sistema Convencional					
1.1.1	96522	ESCAVACAO MANUAL A CEU ABERTO	10,92	m³	R\$ 132,58	R\$ 1.447,77	-
1.1.2	94104	LASTRO DE BRITA	1,04	m³	R\$ 174,53	R\$ 181,51	-
1.1.3	96530	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMAS PARA VIGA BALDRAME EM MADEIRA, 1 UTILIZAÇÃO	100	m²	R\$ 97,43	R\$ 9.743,00	-
1.1.4	73990/001	ARMAÇÃO DE AÇO CA-50 PARA 1 M³ DE CONCRETO	9,3	m³	R\$ 493,13	R\$ 4.586,11	-
1.1.5	94965	CONCRETO FCK=25MPA	9,3	m³	R\$ 315,41	R\$ 2.933,31	-
1.1.6	74106/001	IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS	78	m²	R\$ 9,79	R\$ 763,62	-
1.1.7	96995	REATERRO DE VALA COMPACTADO MANUAL	5,46	m³	R\$ 44,06	R\$ 240,57	-
					Sub-total 1.1	R\$ 19.895,89	
1.2		Sistema Pré-moldado					
1.2.1	Obs.: Valor do serviço fornecido pela empresa fabricante dos elementos pré-moldados	CORTE E AMARRAÇÃO DA FERRAGEM				-	
1.2.2		PREPARAÇÃO DA FORMA				-	
1.2.3		MONTAGEM DA FERRAGEM NA FORMA				-	
1.2.4		CONCRETAGEM + TEMPO DE CURA 12h				-	
1.2.5		RETIRADA DA PEÇA DA FORMA	9,3	m³	R\$ 3.500,00	-	R\$ 32.550,00
1.2.6		TRATAMENTO DA PEÇA COM NATA DE CIMENTO				-	
1.2.7		TRANSPORTE				-	
1.2.8		MONTAGEM NO LOCAL DEFINITIVO				-	
1.2.9	74106/001	IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS	78	m²	R\$ 9,79	-	R\$ 763,62
1.2.10	96995	REATERRO DE VALA COMPACTADO MANUAL	5,46	m³	R\$ 44,06	-	R\$ 240,57
					Sub-total 1.2		R\$ 33.554,19
						Convencional	Pré-moldado
					TOTAL ITEM 1	R\$ 19.895,89	R\$ 33.554,19

Fonte: O Autor (2018).

Pode-se observar um custo para os serviços de viga baldrame e blocos superior para o sistema pré-moldado em relação ao convencional. O valor é 68,65% maior no caso dos elementos industrializados (Tabela 1).

Tabela 2 – Orçamento para pilares nos dois sistemas construtivos.

Item	Cod. Sinapi	Descrição - Serviço com material e mão de obra	Quant.	Unid.	Valor Unit.	Valo total Conv.	Valor total pré-moldado
2		PILARES					
2.1		Sistema Convencional					
2.1.1	92263	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPÁ DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17MM	116	m²	R\$ 102,87	R\$ 11.932,92	-
2.1.2	92416	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES, EM MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES	116	m²	R\$ 121,77	R\$ 14.125,32	-
2.1.3	73990/001	ARMAÇÃO DE AÇO CA-50 PARA 1 M³ DE CONCRETO	7,1	m³	R\$ 493,13	R\$ 3.501,22	-
2.1.4	94965	CONCRETO FCK=25MPA	7,1	m³	R\$ 315,41	R\$ 2.239,41	-
					Sub-total 2.1	R\$ 31.798,87	
2.2		Sistema Pré-moldado					
2.2.1	Obs.: Valor do serviço fornecido pela empresa fabricante dos elementos pré-moldados	CORTE E AMARRAÇÃO DA FERRAGEM				-	
2.2.2		PREPARAÇÃO DA FORMA				-	
2.2.3		MONTAGEM DA FERRAGEM NA FORMA				-	
2.2.4		CONCRETAGEM + TEMPO DE CURA 12h				-	
2.2.5		RETIRADA DA PEÇA DA FORMA	7,1	m³	R\$ 4.000,00	-	R\$ 28.400,00
2.2.6		TRATAMENTO DA PEÇA COM NATA DE CIMENTO				-	
2.2.7		TRANSPORTE				-	
2.2.8		MONTAGEM NO LOCAL DEFINITIVO				-	
					Sub-total 2.2		R\$ 28.400,00
						Convencional	Pré-moldado
					TOTAL ITEM 2	R\$ 31.798,87	R\$ 28.400,00

Fonte: O Autor (2018).

Já quando trata-se de pilares, o sistema convencional acaba tendo um custo 12,61% maior. Neste serviço pode-se observar a interferência da fabricação e montagem de fôrmas no aumento do custo da obra, os custos dessas etapas somam cerca de 81,95% do custo total do serviço no sistema convencional (Tabela 2).

Tabela 3 – Orçamento para vigas intermediárias e superiores nos dois sistemas construtivos.

Item	Cod. Sinapi	Descrição - Serviço com material e mão de obra	Quant.	Unid.	Valor Unit.	Valor total Conv.	Valor total pré-moldado
3		VIGAS INTERMEDIÁRIAS E SUPERIORES					
3.1		Sistema Convencional					
3.1.1	92265	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17MM	218	m ²	R\$ 77,87	R\$ 16.975,66	-
3.1.2	92450	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, ESCORAMENTO METÁLICO, 2 UTILIZAÇÕES	218	m ²	R\$ 175,87	R\$ 38.339,66	-
3.1.3	73990/001	ARMAÇÃO DE AÇO CA-50 PARA 1 M ³ DE CONCRETO	15,4	m ³	R\$ 493,13	R\$ 7.594,20	-
3.1.4	94965	CONCRETO FCK=25MPA	15,4	m ³	R\$ 315,41	R\$ 4.857,31	-
					Sub-total 3.1	R\$ 67.766,84	
3.2		Sistema Pré-moldado					
3.2.1	Obs.: Valor do serviço fornecido pela empresa fabricante dos elementos pré-moldados	CORTE E AMARRAÇÃO DA FERRAGEM	15,4	m ³	R\$ 4.000,00	-	R\$ 61.600,00
3.2.2		PREPARAÇÃO DA FORMA				-	
3.2.3		MONTAGEM DA FERRAGEM NA FORMA				-	
3.2.4		CONCRETAGEM + TEMPO DE CURA 12h				-	
3.2.5		RETIRADA DA PEÇA DA FORMA				-	
3.2.6		TRATAMENTO DA PEÇA COM NATA DE CIMENTO				-	
3.2.7		TRANSPORTE				-	
3.2.8		MONTAGEM NO LOCAL DEFINITIVO				-	
					Sub-total 3.2		R\$ 61.600,00
						Convencional	Pré-moldado
					TOTAL ITEM 3	R\$ 67.766,84	R\$ 61.600,00

Fonte: O Autor (2018).

Nas vigas intermediárias e superiores observa-se que o sistema convencional tem um custo 10,01% superior ao pré-moldado, que novamente associa-se a fabricação, montagem e desmontagem e escoramento das fôrmas. Os custos dessas etapas equivalem a 81,62% do serviço como todo no caso do sistema convencional (Tabela 3).

Tabela 4 – Resumo do orçamento e total.

Item	Sistema convencional	Sistema pré-moldado	Opção Mista
Viga baldrame e blocos	R\$ 19.895,89	R\$ 33.554,19	R\$ 19.895,89
Pilares	R\$ 31.798,87	R\$ 28.400,00	R\$ 28.400,00
Vigas intermediárias e superiores	R\$ 67.766,84	R\$ 61.600,00	R\$ 61.600,00
Total	R\$ 119.461,60	R\$ 123.554,19	R\$ 109.895,89

Fonte: O Autor (2018).

Pode-se observar uma diferença nos orçamentos de R\$4.092,59 (quatro mil e noventa e dis reais e cinquenta e nove centavos), no qual a estrutura em elementos pré moldados se apresenta com maior custo (Tabela 4).

A opção mista apresentada representa uma estrutura onde seja utilizada vigas baldrames e blocos em sistema convencional e pilares, vigas intermediárias e superiores em pré-moldado, considerando que os dois sistemas são passíveis de mesclagem, o que resultaria no menor custo. Porém como o objetivo é apresentar uma comparação entre os dois sistemas de forma a auxiliar a tomada de decisão entre um ou o outro, essa opção mista não será considerada na análise final dos resultados.

Considerando o valor de referência CUB-PR do mês de setembro de 2018 para projetos padrão galpão industrial que é de R\$ 814,89/m² e a área total contruída que é de 412,50m² tem-se um valor total da obra estimado de R\$ 338.204,63, ou seja, a diferença no valor da estrutura convencional para a pré moldada é de aproximadamente 1,21% do valor total da obra. Dessa

forma pode-se considerar que o acréscimo de valor influencia muito pouco na tomada de decisão da escolha dos sistemas.

Cabe ressaltar que a maior parte dos custos envolvidos no sistema convencional estão associados as fabricação, montagem e escoramento das formas para as estruturas, pois há nessas etapas um alto consumo de mão de obra. Além disso, as fôrmas utilizadas são de madeira, e dificilmente podem ser utilizadas para outra finalidade dentro da obra, ocasionando um grande desperdício desse material.

Portanto, devemos analisar a próxima restrição, que é o tempo de execução (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 – Tempo de execução dos serviços para estrutura convencional.

COD. ORÇ	COD. TCPO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNID	QUANTIDADE	INDICE DA TCPO (horas)	QUANTIDADE TOTAL (horas)	ITENS	
1.2.1	02315.8.1.9	VIGA BALDRAME ESCAVAÇÃO (profundidade até 2m)	m³	10,92			VIGAS BALDRAMES E BLOCOS	
		Servente	h		4,00	43,68		
1.2.2	02720.8.6.1	LASTRO DE BRITA apiloado com maço de até 30 kg	m³	1,04				
		Servente	h		2,50	2,60		
1.2.3	03110.8.1.9	FORMA PARA VIGA BALDRAME E BLOCOS incluso montagem e desmontagem	m²	100,00				
		Servente	h		0,39	39,00		
		Oficial	h		1,562	156,2		
1.2.4	03210.8.1.11	ARMADURA de aço para vigas	kg	677,50				
		Servente	h		0,093	63,01		
		Oficial	h		0,093	63,01		
1.2.5	03310.8.13.2	TRANSPORTE, lançamento, adens, acab, concreto em fundação	m³	9,30				
		Oficial	h		1,65	15,35		
		Servente	h		3,00	27,90		
1.2.6	07110.8.5.1	IMPERMEABILIZAÇÃO de alicerce	m	78,00				
		Servente	h		0,40	31,20		
1.2.7	02315.8.7.2	REATERRO MANUAL de vala	m³	5,46				
		Servente	h		0,45	2,46		
2.1.1	03110.8.1.15	FÔRMA DE MADEIRA PARA PILAR incluindo montagem e desmontagem	m2	116,00				PILARES
		Servente	h		0,28	32,48		
		Oficial	h		1,13	131,08		
2.1.2	03210.8.1.11	ARMADURA de aço para PILAR, CA-50, corte 2 dobra na obra -		815,00				
		Servente	h		0,093	75,80		
		Oficial	h		0,093	75,80		
2.1.3	03310.8.13.2	CONCRETO, TRANSPORTE, lançamento, adens, acab. concreto em fund.	m3	7,10				
		Oficial	h		1,65	11,715		
		Servente	h		3,00	21,30		
2.2.1	03110.8.1.20	FORMA DE MADEIRA PARA VIGAS INTERMEDIÁRIAS E SUPERIORES incluindo montagem	m²	218,00			VIGAS INTERMEDIÁRIAS E SUPERIORES	
		Servente	h		0,28	61,04		
		Oficial	h		1,13	246,34		
2.2.2	03210.8.1.11	ARMADURA de aço para vigas	kg	873,2				
		Servente	h		0,093	81,21		
		Oficial	h		0,093	81,21		
2.2.3	03310.8.13.2	TRANSPORTE, lançamento, adens, acab, concreto em fundação	m³	15,4				
		Oficial	h		1,65	25,41		
		Servente	h		3,00	46,20		
ITEM				HORAS	2 equipes	Em dias		
Total de Horas Servente				527,87	263,93	32,99		
Total de Horas Oficial				806,10	403,05	50,38		

Fonte: O Autor (2018).

Através da tabela de referência TCPO, obteve-se o total de 806,30 horas necessárias de oficial para a execução da estrutura do barracão em estrutura convencional (Tabela 5). Considera-se o oficial o limitante pois o servente é apenas o ajudante, podendo auxiliar mais de um oficial ao mesmo tempo. A quantidade de horas refere-se a hora/homem de serviço

necessária, dessa forma devemos montar equipes da maneira que melhor atender a necessidade da obra.

No caso estudado, foi determinado que duas equipes de oficial e também duas equipes de serventes seriam o ideal para a execução dos serviços, pois caso houvesse apenas uma equipe teria-se um prazo muito longo para a finalização do serviço, e caso houvesse mais equipes trabalhando ao mesmo tempo, teria-se em determinados momentos uma taxa elevada de ociosidade, visto que no sistema convencional é necessário respeitar períodos de cura do concreto bem como períodos mínimos de escoramento das vigas.

Cabe ressaltar que independente do número de equipes trabalhando simultaneamente, o custo atribuído ao sistema convencional pelo orçamento elaborado através da tabela SINAPI é o mesmo, pois no valor está incluído material e mão de obra.

Tabela 6 – Tempo de execução dos serviços para estrutura pré-moldada.

FABRICAÇÃO			
Descrição	Quantidade (m)	Dias p/ Produzir Considerando 4 Formas de 18 metros	Dias
Pilares	123,62	1,7	2
Vigas Baldrame	101,96	1,4	2
Vigas Intermediárias 01	82,85	1,2	1
Vigas Intermediárias 02	54,67	0,8	1
Vigas Superiores	80,2	1,1	1
MONTAGEM			
Descrição	Quantidade (m³)	Dias p/ montar utilizando 1 servente e 1 Oficial + guincho	Dias
Pilares	7,1	2,4	3
Vigas Baldrame	9,3	3,1	3
Vigas Intermediárias 01	5,4	1,8	2
Vigas Intermediárias 02	4,8	1,6	2
Vigas Superiores	5,2	1,7	2
RESUMO GERAL			
Descrição	Dias		
Pilares	5		
Vigas Baldrame	5		
Vigas Intermediárias 01	3		
Vigas Intermediárias 02	3		
Vigas Superiores	3		
TOTAL	19		

Fonte: O Autor (2018).

O tempo de execução dos serviços no sistema pré-moldado foram obtidos da mesma empresa que forneceu os dados de orçamento. Neste caso a empresa responsabiliza-se pela quantidade de funcionários para a fabricação das peças no prazo apresentado, e na montagem é necessária uma equipe de oficial e outra de servente e ainda um operador de guincho bem como o guincho (Tabela 6). Caso opte-se pelo uso de 2 equipes, o prazo para a montagem é reduzido, porém há acréscimo no valor total da montagem, pois os custos de aluguel de equipamento e equipe são repassados ao cliente. Dessa forma, optou-se por somente uma equipe, já fornecida pela empresa que fábrica as peças pré-moldadas.

Observou-se uma diferença no tempo de execução de aproximadamente 31 dias, sendo necessário apenas 19 dias para a fabricação e montagem em pré moldados utilizando uma equipe (oficial + servente + guincho e operador), enquanto é necessário pouco mais de 50 dias para a execução da estrutura convencional, utilizando 2 equipes de oficial e de servente.

Segundo Tognetti (2015), pode-se estimar nos métodos tradicionais brasileiros, como o sistema convencional, o tempo de construção de um galpão industrial em cerca de 8 a 18 meses, dependendo de sua área. Como no estudo apresentado o barracão tem uma área relativamente pequena, assim consideramos 8 meses para o tempo de sua execução. Logo, utilizando o sistema de pré moldados teríamos uma economia de 12,5% no tempo de execução, o que pode ser considerado um fator relevante a se levar em consideração na escolha do sistema construtivo.

Além dos fatores custo e tempo de execução, devemos observar ainda o fator qualidade. Como já citado, os processos industrializados, possuem em geral um melhor controle de qualidade e inspeção, possibilitando elementos estruturais com melhor qualidade e consequentemente melhor confiança.

Dessa forma podemos comparar e classificar ambos os sistemas utilizando a abordagem da tripla restrição, elencando entre as restrições qual sistema construtivo apresenta melhor resultado.

Como pode ser observado através dos orçamentos apresentados o sistema convencional apresenta vantagem em relação ao pré-moldado quando considerado o fator custo, já que o valor encontrado é cerca de 3,31% menor quando considerado somente os valores atribuídos aos itens que diferem de preço entre os dois sistemas conforme análise realizada no quadro 1. Já quando comparado a totalidade da obra, essa diferença de valor é de 1,21%. Trata-se de um valor pouco significativo e, portanto, inconclusivo para a tomada de decisão.

Já em relação ao tempo, o sistema pré-moldado necessita de menos tempo para execução, ou seja, em termos de tempo de execução o sistema pré-moldado mais vantajoso, pois representa um tempo de execução 62% menor em relação ao sistema convencional, quando

considerado somente o tempo de execução da estrutura, e de 12,5% no tempo total de execução de toda a obra. Trata-se de uma diferença considerável, e que tem como resultado a antecipação da entrega da obra em 31 dias.

Considerando o cenário de estudo, a cidade de Maringá, e a área total disponível do barracão e sua compartimentação, foi realizada uma busca por imóveis de características parecidas e encontrou-se um valor de aluguel que varia de R\$3.300,00 a R\$4.900,00 dependendo de sua localização. Considerando o valor médio de R\$4.100,00 tem-se que a antecipação em um mês na entrega da obra, resultando em um retorno de R\$4.100,00 previsto, seja na locação do imóvel para terceiros ou para uso próprio.

Dessa forma, o custo extra empregado para a execução do barracão no sistema pré-moldado acaba sendo restituído pela antecipação da entrega. Assim, nem o custo, nem o tempo de execução representam fator determinante na tomada de decisão, pois considerando ambas variáveis, o custo x retorno acaba sendo praticamente o mesmo.

Portanto devemos analisar a terceira restrição da abordagem tripla, a qualidade. Quanto à qualidade, como apresentado, o sistema pré-moldado é mais vantajoso por se tratar de um processo industrializado que permite um maior controle na execução das peças, bem como um maior acompanhamento e inspeção.

A própria norma ABNT NBR 9062/2001, traz em seu escopo todos os procedimentos que devem ser tomados para garantir a qualidade dos elementos pré-fabricados, que vão desde a produção até o transporte e montagem no seu local final. No caso do não cumprimento da norma os elementos deixam de ser classificados como pré-moldados.

Dessa maneira, pode-se considerar, que o sistema de pré-moldados é mais vantajoso que o sistema convencional, o que é fator importante na tomada de decisão, visto que os fatores custos e tempo de execução foram considerados não determinantes.

6. Conclusões

Atráves dos resultados encontrados, e realizando as análises cabíveis foi possível verificar que o sistema convencional possui um menor custo. Apesar disso, quando analisamos o custo total da obra, o aumento provocado quando adotado o sistema de pré-moldados é pequeno (pouco significativo), o que não permite uma tomada de decisão a partir deste aspecto.

Quando considerado o tempo de execução, o sistema de pré-moldados detém um tempo de execução significativamente menor, reduzindo em um mês o prazo total de conclusão da obra. Porém o maior custo empregado na construção representa, em relação a análise realizada, a mesma vantagem econômica obtida pelo adiantamento da entrega da obra. Ou seja, o custo

maior do pré-moldado antecipa a possível utilização do espaço, porém o menor custo no sistema convencional ocasiona um maior prazo para a finalização dos serviços, que ao fim, se anulam, pois, o possível valor obtido através da entrega antecipada está muito próximo do valor economizado na construção pelo sistema mais demorado.

Analisando a terceira restrição da abordagem utilizada, a qualidade, é possível afirmar que o sistema pré-moldado entrega um produto final com maior qualidade e controle de sua execução, com maior confiabilidade, e que possivelmente terá um maior prazo de durabilidade.

Dessa forma podemos concluir que apesar do tempo de execução e dos custos se anularem, a escolha do sistema pré-moldado se mostra com maiores vantagens, pois quando considerado as três variáveis, custo, tempo de execução e qualidade, no estudo apresentado, as duas primeiras se anulam, restando como parâmetro para a tomada de decisão a qualidade maior obtida pelo sistema industrializado, o que a literatura amplamente já comprova.

O sistema pré-moldado também favorece o desenvolvimento da indústria, pois é um sistema elaborado com bases industriais, de forma sequencial, que almeja elevar a produtividade e aumentar os lucros, pois os equipamentos necessários para uma fábrica de pré-moldados são adaptáveis, podendo executar inúmeros projetos, e a mão de obra é especializada e qualificada, o que resulta em colaboradores com maior remuneração, que buscam executar o melhor produto para o usuário final.

7. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) (2001). NBR-9062: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. Rio de Janeiro. ABNT, dezembro 2001.

BRUMATTI, D.O. Uso de pré-moldado – Uso de viabilidade. Universidade Federal de Minas Gerais. Vitória, 2008.

COSTA, J.M. da et al. Sistemas de indicadores de desempenho e produtividade para a construção civil – Universidade de Porto, Portugal, 2006.

DEBS, M.K.E. Concreto pré-moldado: Fundamentos e aplicações. 2º Edição. São Paulo. Editora Oficina de Textos, 2017

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

FORMOSO, C.T. et al. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil, 2006.

GIONGO, J.S. Concreto Armado: Projeto Estrutural de edifícios. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

- HEINECK, L.F.M. Efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade nas alvenarias. SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, Florianópolis, BR, 1991.
- KERZNER, H. Gestão de projetos: as melhores práticas. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MAMEDE, F.C; CORRÊA, M. R. S. Utilização de Pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural. Caderno de Engenharia de Estruturas, São Carlos, v. 8, n. 33, p. 1-27, 2006.
- MATTOS, A.D. Revista Técnica, n ° 29, jul, 1997.
- MELHADO, S.B.; BARROS, M.M.S.B.. Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios. São Paulo. Projeto EPUSP/SENAI, 1998.
- NORO, G.B. A gestão de stakeholders em gestão de projetos. Revista de Gestão de Projetos, São Paulo, v. 3, n. 1, p 127 – 158, 2012.
- NORO, G.B. Et al. Os critérios de tomada de decisão em gestão de projetos nas empresas de construção civil de Santa Maria – RS. XVI Simposio de Engenharia de Produção. Bauru, 2009.
- OLIVEIRA, D. P. R. Sistemas de informações gerenciais: estratégias, táticas, operacionais. 9 ed. São Paulo, Atlas, 2004.
- PEDREIRA. Concreto Armado. Disponível em: <<http://www.pedreira.eng.br/index.php/concreto-armado>>. Acesso em 10 de setembro, 2017.
- PILOTTO, G.A.; VALLE, T.R. Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento Piazza Maggiore. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2011.
- PMBOK. Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos. 4 ed. Pensilvânia: Project Management Institute, 2008.
- PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge Third Edition (PMBOK Guide). Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2004.
- PREMONTA. Aspectos Gerais dos Pré Moldados. Disponível em: <<https://premonta.com.br/aspectos-gerais-dos-pre-moldados/>>. Acesso em 10 de setembro, 2017.
- ROSSO, T. Pré-fabricação, a coordenação modular :teoria e pratica. São Paulo, Instituto de Engenharia, 1996.
- SOUZA, U.E.L. Projeto e implantação do canteiro. São Paulo, 2000.
- TCPO. Tabela de composições de preços para orçamentos. 13° Edição. São Paulo. Editora: PINI, 2010.
- TOGNETTI, G. Quanto tempo demora uma obra? Disponível em: <<http://rexperts.com.br/quanto-tempo-demora-uma-obra/>>. Acesso em 02 de outubro, 2018.
- VASCONCELOS, A. C. O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações. Volume III. Studio Nobel. São Paulo, 2002.