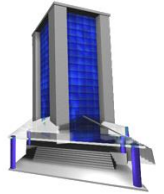


Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Curso de Especialização em Construção Civil



Monografia

“ANÁLISE DA COMPARATIVA PARA PRODUÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO EM CANTEIRO DE OBRAS OU UNIDADE FABRIL”

Autor (a): Carina Castro Coimbra

Orientador (a): Prof. Dalmo Lúcio M. Figueiredo

Belo Horizonte

Agosto/2015

Carina Castro Coimbra

**“ANÁLISE DA COMPARATIVA PARA PRODUÇÃO DE ESTRUTURA EM
CONCRETO EM CANTEIRO DE OBRAS OU UNIDADE FABRIL”**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Construção Civil da Escola de Engenharia da
Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador (a): Prof. Dalmo Lúcio M. Figueiredo

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2015

Dedico este trabalho aos meus filhos Rafael e Isaac.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por proporcionar a mim sempre, e sempre, um novo dia para recomeçar.

Ao meu filho Rafael, força da minha vida, que me acompanha em nossa jornada cercada de momentos de dificuldade mas que hoje são superados pela nossa vitória dia a dia. Ao meu pequeno Isaac, luz dos meus dias, agradeço pela compreensão dos finais de semana de filme e pipoca em casa, divididos com livros e computadores. Fica o singelo exemplo à vocês dois, de que com perseverança é possível alcançar o que para alguns pode parecer intangível. Vocês são meu impulso para cada amanhecer, meu amor incondicional.

A minha mãe Hilda, que me apoiou em todas as minhas escolhas e batalhas. Agradeço pelas milhares de vezes em que a senhora foi muito mais que mãe, foi babá, cozinheira, enfermeira e vindo sempre com aquela xícara de café em silêncio no cantinho do computador, não existiria sem a senhora ao meu lado.

A minha irmã Cleyce pela companhia em silêncio durante horas de digitação conjunta, cada uma em sua especialidade e ao meu irmão Cleiton pelas parcerias e orgulho que tem sempre ao falar da nossa estória, vocês não imaginam como amo vocês dois.

Ao meu pai que mesmo ausente há tanto tempo consegue me inspirar a não desistir de seguir cada vez mais adiante.

RESUMO

O mercado tem se desenvolvido em obras de grande porte nos seguimentos de obras públicas e privadas.

Como o prazo de execução destas obras é quase sempre estrangulado seja por atraso no início da obra seja por necessidade de retorno rápido do capita investido, o processo de industrialização da estrutura de concreto armado tem se tornado cada vez mais a única opção disponível.

O presente trabalho visa auxiliar a avaliação dos métodos de pré moldagem e pré fabricação de estrutura de concreto armado no que diz respeito ao custo, prazo e demais características principais de avaliação.

Independente do método adotado, a avaliação das características do empreendimento deve ser feita de forma criteriosa e após o levantamento a correlação ao método de produção e a verificação de adequabilidade a cada processo produtivo.

Para realização do estudo foi desenvolvido um empreendimento comercial hipotético. A estrutura do empreendimento teve seu custo estudado nos dois métodos de produção.

Após a apresentação dos custos, foi feita uma comparação entre os processos para o empreendimento em questão. Em seguida foram apresentadas algumas vantagens e desvantagens de cada método.

Para auxiliar trabalhos posteriores foi apresentada uma sugestão de itens a serem verificados quando da avaliação de empreendimentos para a escolha do método de produção mais adequado.

Palavras Chave: Estrutura de concreto, pré moldagem, pré fabricação, viabilidade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVO	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Introdução.....	12
3.2 Conceitos Iniciais	13
3.3 Parâmetros Principais para Escolha do Sistema	13
4. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	15
5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO ANALISADO	17
5.1 Dados do Empreendimento.....	17
6. Produção da estrutura por meio de pré moldagem.....	21
6.1 Planejamento da produção	21
6.2 Implantação do canteiro de obras e unidade fabril	23
6.3 Parâmetros de Produção	27
6.3.1. Armação.....	27
6.3.2. Formas	27
6.3.3. Concreto.....	28
6.4 Efetivo: equipe direta e indireta e equipamentos.....	28
6.4.1. Equipe Direta.....	28
6.4.2. Equipe Indireta	30
6.4.3. Equipamentos.....	30

6.4.4.	Transporte de peças.....	31
6.4.5.	Resumo de custos para produção da estrutura	31
7.	Produção da estrutura por meio de pré fabricação.....	33
7.1	Planejamento da produção	33
7.2	Implantação do canteiro de obras e unidade fabril	35
7.3	Parâmetros de Produção	36
7.3.1.	Armação.....	36
7.3.2.	Formas	37
7.3.3.	Concreto.....	38
7.4	Efetivo: equipe direta e indireta e equipamentos.....	38
7.4.1.	Equipe Direta.....	38
7.4.2.	Equipe Indireta	39
7.4.3.	Equipamentos.....	40
7.4.4.	Transporte de peças.....	40
7.4.5.	Resumo de custos para produção da estrutura	41
8.	RESUMO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS PRODUTIVOS	43
8.1	Transporte.....	45
8.2	Espaço disponível e custo para implantação de canteiro de obras	46
8.3	Disponibilidade de materiais e variação de custos	46
8.4	Sugestão de avaliação prévia para sistema produtivo.....	47
9.	CONCLUSÃO	49
10.	BIBLIOGRAFIA.....	51
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 6-1 - Gráfico de aprendizagem de produção	22
Figura 6-2 - Croqui canteiro de obras	25
Figura 6-3 - Pistas de produção de peças	25
Figura 6-4 - Ciclo de Produção.....	26
Figura 6-5 - Gráfico de composição de custos de produção.....	32
Figura 7-1 - Gráfico de aprendizagem de produção	34
Figura 7-2 - Ciclo de Produção.....	36
Figura 7-4 - Gráfico de composição de custos de produção.....	42
Figura 8-1 - Comparativo de prazos de produção	43
Figura 8-2 - Comparativo de custo de produção.....	43
Figura 8-3 - Comparativo de quantidade de funcionários	44
Figura 8-4 - Valores de Investimentos iniciais para produção de peças	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 5-1 - Dados do empreendimento	17
Tabela 5-2 - Composição da área construída	18
Tabela 5-3 - Avaliação Inicial de Viabilidade	18
Tabela 5-4 - Resumo de peças em concreto armado	19
Tabela 5-5 - Consumo de aço e cordoalha.....	19
Tabela 5-6 - Área de forma	20
Tabela 6-1 - Cronograma Físico - Processo produtivo por pré moldagem.....	21
Tabela 6-2 - Produtividades médias diárias.....	22
Tabela 6-3 - Lista de formas para produção.....	28
Tabela 6-4 - Equipe direta de produção e produtividades.....	29
Tabela 6-5 - Composição Equipe Indireta	30
Tabela 6-6 - Resumo de custos de produção - Processo de pré moldagem.....	31
Tabela 7-1 - Cronograma Físico - Processo produtivo por pré fabricação.....	33
Tabela 7-2 - Produtividades médias diárias.....	35
Tabela 7-3 - Lista de formas para produção.....	37
Tabela 7-4 - Equipe direta de produção e produtividades.....	39
Tabela 7-5 - Composição Equipe Indireta	39
Tabela 7-6 - Resumo de custos de produção - Processo de pré fabricação.....	41
Tabela 8-1 - CheckList de análise prévia.....	47

1. INTRODUÇÃO

Para atender as novas exigências do mercado, as empresas de construção civil buscam melhoria da produtividade, qualidade e custo de seus processos e produtos (MARANGONI, 2006).

Com o aumento da competitividade do mercado da construção civil, a elevação dos custos de produção e uma legislação tributária confusa e abusiva tornaram-se cada vez mais necessária a busca de alternativas para redução do Valor Geral de Venda dos empreendimentos.

A estrutura, umas das etapas de maior representatividade em edificações comerciais de grande porte e de infra estrutura, tem buscado cada vez mais a adoção de técnicas de maior velocidade de construção e menor dependência de mão de obra.

A opção mais procurada para atendimento a estas necessidades tem sido o pré-fabricado em concreto armado. No entanto, ainda hoje, existem diversas discussões sobre quais parâmetros que fundamentam a escolha entre a melhor opção no momento da produção da estrutura em concreto: pré moldar no canteiro de obras ou pré fabricar em unidades fabris.

O trabalho desta monografia visa à análise das variáveis envolvidas na tomada de decisão e a busca de um ponto que identifiquem em uma rápida análise de viabilidade qual a melhor entre estas duas opções de produção.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho de pesquisa é analisar a adoção de produção de estrutura em concreto por meio de pré moldagemoupré fabricação, sobre o ponto de vista dos quatro principais pilares da boa engenharia: Custo, Prazo, Qualidade e Rentabilidade.

2.2 Objetivos Específicos

Entre os objetivos específicos deste trabalho podem ser destacados:

- a) Buscar a redução dos prazos de entrega dos produtos finalizados (estrutura montada e funcional e interface destes cronogramas com as demais etapas da obra;
- b) Avaliar da qualidade do produto final acabado e custo de tratativas de não conformidades. Neste objetivo também serão avaliadas as questões relativas a meio ambiente e segurança do trabalho na produção e montagem das peças;
- c) Estudar dos parâmetros de viabilidade e rentabilidade econômica de projetos de pequeno e médio porte produzidos no canteiro de obras ou produzidos em fábricas de pré fabricados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Introdução

Segundo VASCONCELLOS (2002), não se pode precisar a data em que começou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Sendo assim, pode-se afirmar que a pré- moldagem começou com a invenção do concreto armado.

O termo pré-fabricação no campo da construção civil possui o seguinte significado: fabricação de certo elemento antes do seu posicionamento final na obra (REVEL, 1973).

A otimização de elementos estruturais com redução de pilares e vigas tanto em quantidade como em dimensões, aliado ao curto prazo de execução e meta de desperdício nulo, têm sido pontos determinantes na escolha de estruturas pré moldadas ou pré fabricadas.

Conforme citado em MEDEIROS & SABBATINI (1994) a adoção de estrutura pré moldada estabelece a padronização de serviços bem como aumento considerável da produtividade da equipe na obra.

Apesar dos ganhos econômicos, baixo índice de desperdício nas fases de produção e montagem, velocidade construtiva, é necessária especial atenção à fase de identificação de interferências e planejamento cuidadoso. A construção está baseada em uma série de fatores econômicos, logísticos e sócio culturais.

3.2 Conceitos Iniciais

As diferenças entre a estrutura pré moldada e a estrutura pré fabricada vão além das despesas inerentes aos processos de produtivos.

A produção de estrutura em concreto pré moldado proporciona redução de alíquotas tributárias uma vez que a tributação incide apenas sobre os materiais e não sobre o transporte e peças transportadas.

Em contrapartida este modelo de produção exige espaço em canteiro de obras para fabricação e estocagem, investimento em implantação de pistas de produção. A variação dimensional pode ocorrer uma vez que o processo de produção não é realizado em ambiente com controle industrial.

A produção da estrutura em sistema de préfabricação por sua vez, possibilita o atendimento de obras com pouco ou nenhum espaço disponível para canteiro de obras. Além disso, os custos de produção são menores, pois estes são diluídos em diversas obras e a fábrica já se encontra implantada.

Os custos dos materiais são menores, pois são adquiridos pela empresa pré fabricadora em grande escala e em condições comerciais mais favoráveis. A qualidade das peças e a pouca variabilidade dimensional também são características deste processo.

Como desvantagem do pré fabricado pode-se frisar a necessidade de limitar o tamanho das peças devido às condições de transporte (dimensões e peso), tributação sobre as peças e sobre o transporte (ICMS).

3.3 Parâmetros Principais para Escolha do Sistema

No momento de tomada dos dados de entrada para análise da viabilidade entre sistemas, alguns pontos são de fundamental importância, tais como:

- d) A área disponível para canteiro de obras e fábrica de pré moldados;
- e) Condicionantes e limitações ambientais para implantação da fábrica;
- f) Distância de transporte entre o local de fabricação e a obra;
- g) Disponibilidade de insumos básicos como brita aço, areia natural, cimento CPV-ARI ou concreto usinado, indispensáveis a fabricação das peças;
- h) Prazo disponível para realização do empreendimento e período disponibilizado para início da montagem;
- i) Disponibilidade de mão de obra qualificada para a produção.

Analisando-se em primeira instância os parâmetros acima, já é possível reduzir de forma significativa a escolha inadequada do processo de produção da estrutura em concreto.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

O trabalho desenvolvido para este estudo será sistematizado de forma a traçar um comparativo entre os dois sistemas de produção de estrutura de concreto:pré fabricado e pré-moldado.

Para melhor visualização dos dados comparativos foi dimensionado um projeto de edificação comercial hipotético.

Inicialmente serão apresentados os dados do projeto tais como volumetria e quantidades da estrutura. Será também apresentada a pré análise dos principais parâmetros para escolha do sistema produtivo conforme mencionado no item 3.3 deste trabalho de pesquisa.

Uma vez definidos os quantitativos e prazos para a estrutura em concreto passa-se a fase de estudo dos processos produtivos.

Para cada processo produtivo serão analisadas as características relativas à elaboração dos planos de produção e custos estimados para os seguintes itens abaixo:

- a)Planejamento da produção;
- b)Implantação canteiro de obras;
- c)Parâmetros de produção: armação, forma e concreto;
- d)Recursos para produção: insumos, equipe e equipamentos;
- e)Transporte de peças.

Posteriormente, serão apresentadas as vantagens e desvantagens de cada sistema de produção.

No momento de conclusão serão apresentadas observações inerentes a adoção de cada sistema de produção correlacionando a produção e as características e demanda de cada obra e as limitações identificadas, ainda em fase de análise de viabilidade de cada um.

5. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO ANALISADO

5.1 Dados do Empreendimento

Para exemplificar o estudo proposto neste trabalho de pesquisa, a autora desenvolveu um ante projeto estrutural básico de uma edificação comercial de 04 pavimentos que poderá ser utilizado como estacionamento de veículos leves em todos os pisos.

Inicialmente foi feita a análise preliminar das características do empreendimento para avaliação da possibilidade de pré moldagem ou pré fabricação da estrutura em concreto armado.

O empreendimento hipotético tem os dados relacionados na Tabela 5-1 - Dados do empreendimento.

Tabela 5-1 - Dados do empreendimento

Fonte: próprio autor

Dados	
Localização da Obra:	Contagem / MG
Tipologia:	Estacionamento de veículos
Área construída (m ²):	16426,68
Modulação entre eixos verticais (m):	11,25 m
Modulação entre eixos horizontais (m):	10,00 m
Número de pavimentos:	4
Número de pavimentos similares:	4

A área construída do empreendimento é composta conforme

Tabela 5-2 - Composição da área construída.

Tabela 5-2 - Composição da área construída

Fonte: próprio autor

Área construída	Nível	Área Construída Bruta (m ²)
Térreo	+ 0,00 m	4.106,67
2º pavimento	+ 3,70 m	4.106,67
3º pavimento	+ 7,40 m	4.106,67
4º pavimento	+ 11,10 m	4.106,67
Total		16.426,68

A Tabela 5-3 - Avaliação Inicial de Viabilidade apresenta a avaliação do empreendimento:

Tabela 5-3 - Avaliação Inicial de Viabilidade

Fonte: próprio autor

Requisitos	Atendimento
Existe área disponível para canteiro de obras e fábrica de pré moldados;	Sim.
Existem condicionantes e limitações ambientais para implantação da fábrica;	Limitação apenas para produção de concreto em grande volume na obra.
Qual distância de transporte entre o local de fabricação e a obra;	100 km.
Existe disponibilidade de insumos básicos indispensáveis a fabricação das	Sim.
Qual o prazo disponível para realização da estrutura em concreto do empreendimento?	90 dias

Para o presente estudo foram considerados os pilares, vigas e lajes de cobertura e piso. As rampas e escadas de acesso de veículos e pessoas foram consideradas em estrutura em concreto moldada *in loco* e por estes motivos não foram consideradas neste estudo.

Para o planejamento da obra serão considerados 22 (vinte e dois) dias úteis por mês e expedientes diários de 10 (dez) horas por dia com 01 (uma) hora para intervalo de almoço.

As quantidades para a estrutura em concreto armado podem ser visualizadas abaixo na Tabela 5-4 - Resumo de peças em concreto armado.

Tabela 5-4 - Resumo de peças em concreto armado

Fonte: próprio autor

Relação de peças	Comprimento (m)	Quantidade (peças)	Volume por tipologia (m ³)
Pilares	12,20	44	85,89
Vigas de vedação	9,50	24	36,48
Vigas de fachada	10,85	54	93,74
Vigas de apoio lajes	10,85	81	140,62
Lajes h=16 cm	9,95	972	1.547,42
Totais		1175	1.904,15

O prazo estimado para entrega total das peças produzidas é de 120 (cento e vinte) dias corridos conforme Tabela 5-3 - Avaliação Inicial de Viabilidade. O prazo mencionado inclui o período necessário para implantação de canteiro de obras, fábrica de pré moldados e disponibilização das peças da primeira fase de montagem. As demais peças serão disponibilizadas ao longo da montagem, no entanto a produção total das peças não poderá ultrapassar o prazo limite.

Os consumos estimados de aço CA-50 e cordoalhas estão apresentados a seguir na Tabela 5-5 - Consumo de aço e cordoalha.

Tabela 5-5 - Consumo de aço e cordoalha

Fonte: próprio autor

Relação de peças	Taxa de armação	
	Aço CA-50/60	Aço Protendido
Pilares	180	0
Vigas de vedação	120	0
Vigas de fachada	120	20
Vigas de apoio lajes	140	45
Lajes h=16 cm	0	25
Totais	50.773 kg	46.888 kg

Para a moldagem das peças será necessária a seguinte área de forma descrita na Tabela 5-6 - Área de forma.

Tabela 5-6 - Área de forma

Fonte: próprio autor

Relação de peças	Área de forma por peça (m ²)	Área de forma por tipologia (m ²)
Pilares	14,64	644,16
Vigas de vedação	13,78	330,60
Vigas de fachada	16,28	878,85
Vigas de apoio lajes	22,09	1.789,51
Lajes h=16 cm	16,92	16.443,81
Totais		20.086,93

6. Produção da estrutura por meio de pré moldagem

6.1 Planejamento da produção

A Tabela 6-1 - Cronograma Físico - Processo produtivo por pré moldagem, mostra os prazos estimados para cada etapa da estrutura de concreto por meio de pré moldagem dos elementos.

Tabela 6-1 - Cronograma Físico - Processo produtivo por pré moldagem

Fonte: próprio autor

Etapa	Mês 01				Mês 02				Mês 03				Mês 04			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Montagem do Canteiro de Obras																
Implantação da fábrica																
Produção de peças																

A produção das peças foi iniciada antes da conclusão da montagem do canteiro de obras e da implantação completa da fábrica de pré moldados.

Conforme planejamento preliminar a produção de peças ocorrerá em 3,5 meses corridos que resultam em 77 dias úteis de produção.

Conforme mencionado nos dados do empreendimento, a obra possui 1.175 peças a serem produzidas, o que resulta em uma produtividade média de 15 peças por dia.

A produção diária deverá ser ajustada conforme o prazo de aprendizagem dentro do processo de produção. Para dimensionamento de recursos foi considerada a seguinte curva de aprendizado, apresentada na Figura 6-1 - Gráfico de aprendizagem de produção com os percentuais de produção sobre a meta de produção diária.

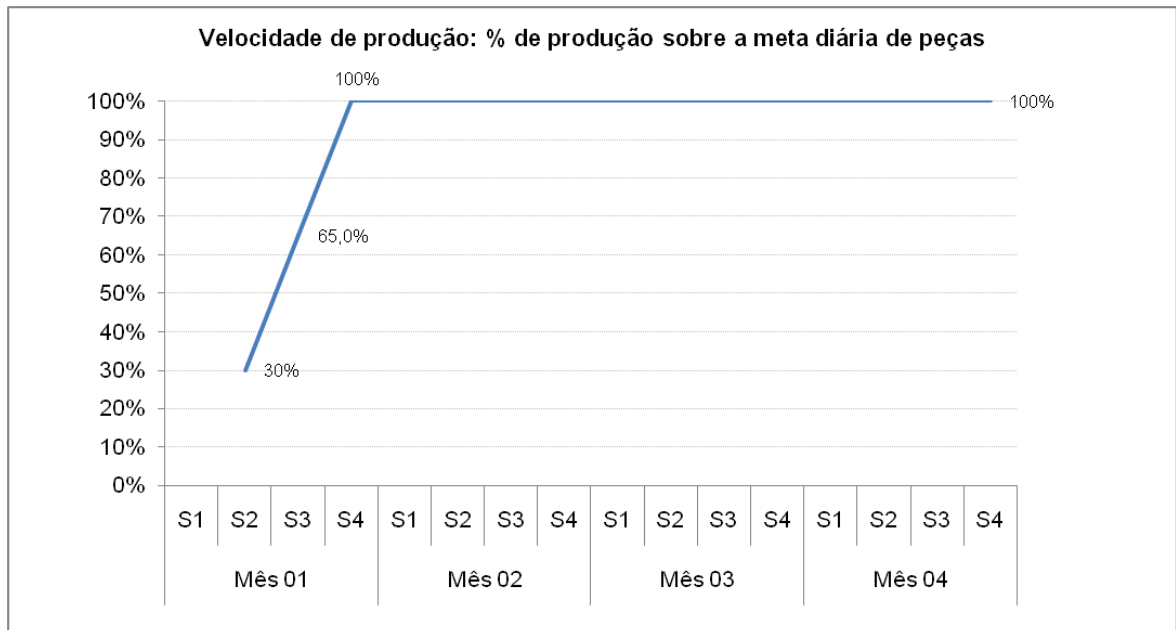


Figura 6-1 - Gráfico de aprendizagem de produção

Para atendimento ao cronograma proposto a Tabela 6-2 - Produtividades médias diárias mostra a produtividade média diária para as atividades principais no processo produtivo.

Tabela 6-2 - Produtividades médias diárias
Fonte: próprio autor

Produção diária média: Processo de pré moldagem		
Concreto para peças	25	m ³
Área de forma a ser utilizada	261	m ²
Armação para peças	1812	kg

O cronograma para a produção da armação das peças é adiantado em relação à montagem de forma e concretagem, pois se trata de uma atividade gargalo no sistema produtivo, tendo em vista a grande dependência da empresa externa de corte e dobra. O prazo de produção da armação foi reduzido em 40% em relação ao cronograma das demais etapas.

No que diz respeito ao plano de produção, este deve seguir a ordem de montagem da estrutura.

6.2 Implantação do canteiro de obras e unidade fabril

A produção de estruturas por meio de pré moldagem de peças implica em implantação de um canteiro de obras estruturado e com arranjo físico otimizado.

A obra independente do seu processo produtivo de estrutura necessita de um canteiro de obras organizado, com determinação de locais de estocagem de forma a organizar o fluxo de recursos e da produção (MAMEDE, 2001)

A implantação do canteiro de obras deve ser direcionada por um arranjo físico bem elaborado(MELO, 2014). Para a implantação da fábrica de pré moldados deve ser estudado em primeiro lugar o local de instalação das pistas de produção.

Conforme mencionado em (FERREIRA, 1998), o projeto de canteiro de obras é pode ser definido como o serviço integrante do processo de construção.

Para maior eficiência alguns pontos devem ser avaliados:

- a) Facilidade de acesso para entrega de materiais e saída de veículos;
- b) Proximidade ao local de montagem sem a necessidade de grandes rampas de acesso devido ao transito de veículos carregados com as peças produzidas;
- c) Dimensões compatíveis com o espaço necessário para a instalação das pistas de produção;

- d) Rede elétrica em características compatíveis com as necessidades da fábrica;
- e) Espaço disponível para estocagem de peças e próximo ao local de montagem;
- f) Área para implantação de área de vivência conforme legislação vigente tendo em vista o efetivo de funcionários.

No empreendimento relacionado neste trabalho a concepção do canteiro de obras foi realizada tendo em vista principalmente a entrada e saída de materiais e peças com o objetivo de diminuir o trânsito da matéria prima e peças dentro da obra.

As melhores opções para rotas de entrada de carga e equipamentos e saída de caminhões são geralmente as ruas mais largas e que estejam em cotas próximas ao nível de implantação do canteiro de obras.

Na Figura, apresentada a seguir, é possível identificar a área destinada à fábrica de pré fabricados e demais instalações de área de vivência:

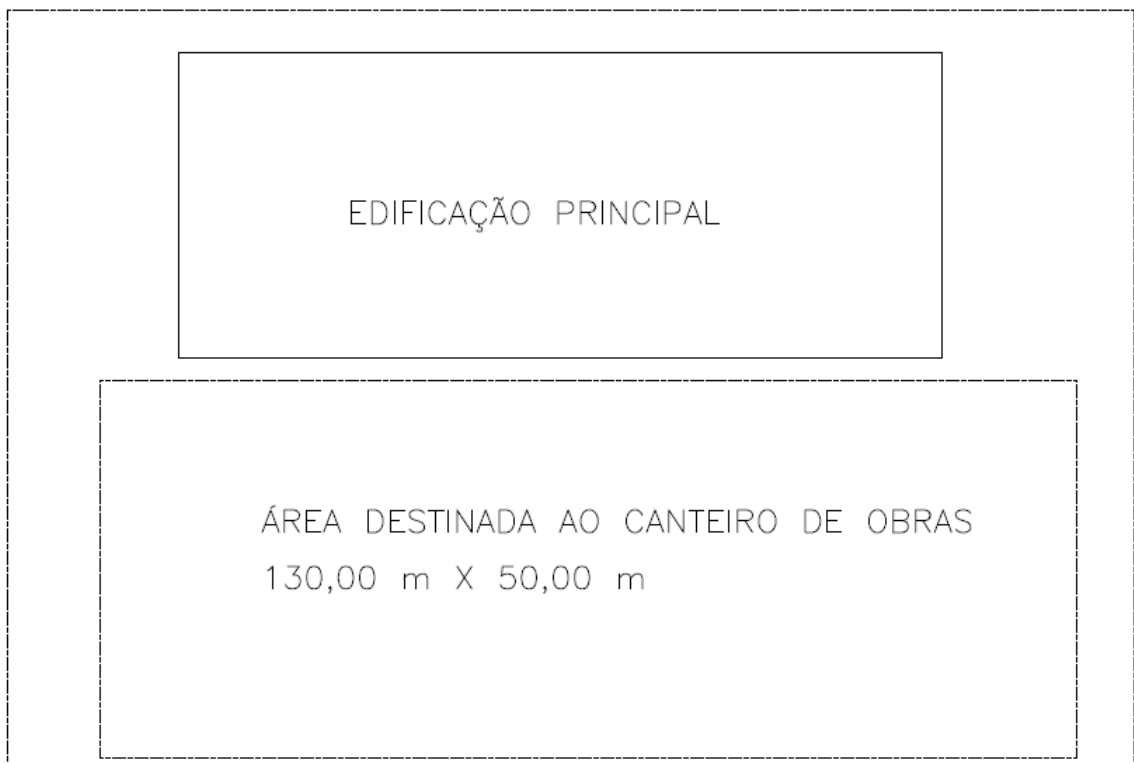


Figura 6-2 - Croqui canteiro de obras

Fonte: próprio autor

Na Figura 6-3 - Pistas de produção de peças abaixo, é possível identificar as pistas de produção em relação à área de vivência da obra:

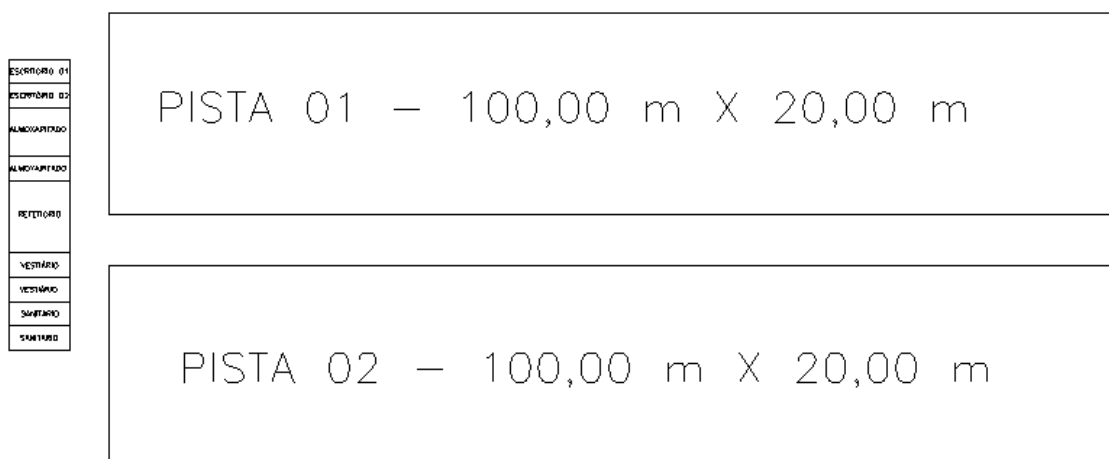


Figura 6-3 - Pistas de produção de peças

Fonte: próprio autor

Para a implantação da fábrica foram pré dimensionadas as seguintes estruturas:

- a) Pista de protensão para as lajes alveolares (2 pistas de 100,00 m x 1,25 m);
- b) Pista de produção de vigas e pilares dotada de formas em chapa metálica estruturada e montadas sobre lastro de concreto.
- c) Central de recebimento de armação cortada e dobrada e de pré montagem;
- d) Central de caldeiraria e espaço de manutenção de formas;
- e) Estocagem intermediária de peças.

Para a produção das peças foi definido o ciclo de 18 horas conforme apresentado na Figura 6-4 - Ciclo de Produção.

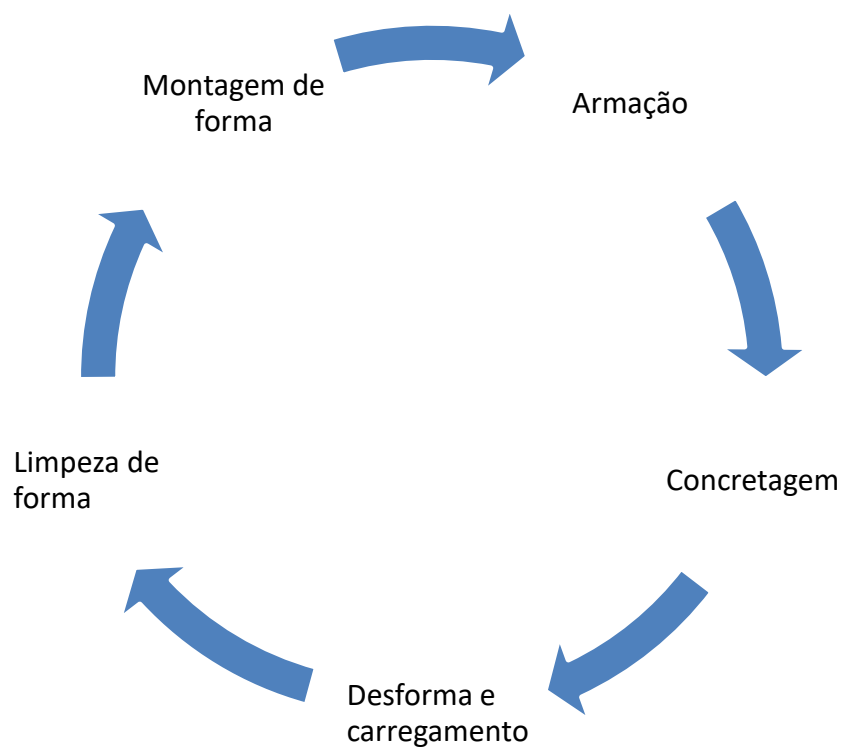


Figura 6-4 - Ciclo de Produção

Fonte: próprio autor

6.3 Parâmetros de Produção

Para a produção das peças as seguintes premissas foram adotadas:

6.3.1. Armação

Todo o aço CA-50/60 aplicado na obra terá seu corte e dobra feito de forma industrializada fora da obra.

A implantação de uma central de corte e dobra de armação dentro da obra é desvantajosa, pois implica em maior efetivo, maior perda de material, necessidade de área destinada à estocagem de vergalhões e de outra área para as bancas de armação.

Além disso, a produtividade de equipes internas à obra é extremamente inferior à de equipes de empresas especializadas neste serviço proporcionando menores prazos de espera da peça a ser concretada pela armação.

Amontagem da armação das peças dentro da forma será feita na obra por meio de armadores e ajudantes.

6.3.2. Formas

O tipo de acabamento superficial da peça, a tolerância, as dimensões e formas das peças, tipo de adensamento, cura e número de reutilizações definem o material que será adotado para a confecção das formas(EL DEBS, 2000).

As formas para as peças pré moldadas serão fabricadas em chaparia metálica e produzidas fora do canteiro de obras por empresa especializada.

A quantidade de formas necessárias para a execução do escopo deve ser dimensionada de acordo com o cronograma de produção da obra e a repetição das peças dentro estrutura e velocidade do processo de produção adotado.

O ciclo de concretagem-desforma-preparo-concretagem levará em média 18 horas. Para equalizar este período com a demanda da produção é necessário que a área de forma disponível seja em torno de 50% (cinquentapor cento) maior que a área mínima a ser produzida diariamente.

A Tabela 6-3 - Lista de formas para produção apresenta a composição de formas para a pista de produção tendo em vista a concretagem mínima diária.

Tabela 6-3 - Lista de formas para produção

Fonte: próprio autor

Relação de peças	Quantidade total de peças	Área por forma	Quantidade total de formas
Pilares	44	14,64 m ²	2
Vigas vedação	24	13,78 m ²	2
Vigas de fachada	54	16,28 m ²	2
Vigas de apoio lajes	81	22,09 m ²	2
Lajes	972	16,92 m ²	10
Frete de produção			50% da área total
Total de área de formas			302,74 m²

6.3.3. Concreto

Para a produção das peças foi adotado o concreto com uso de cimento tipo CPV-ARI (Cimento Portland de Alta Resistência Inicial).A adoção deste tipo de cimento nos traços tornará possível a desforma em menor prazo das peças produzidas.

Todo o concreto utilizado na obra será obtido por meio de fornecimento externo através de concreteiras.

6.4 Efetivo: equipe direta e indireta e equipamentos

6.4.1. Equipe Direta

Conforme descrito na Figura 6-4 - Ciclo de Produção o processo produtivo foi dividido em 05 etapas. Em cada etapa, foram definidas as funções e produtividades de cada profissional tendo em vista também as produtividades mínimas diárias de cada fase conforme especificado Tabela 6-2 - Produtividades médias diárias.

Através de consulta a dados históricos de empresas pré moldadoras, índices de produtividade publicados em fontes públicas como o SINAPI e TCPO da PINI e a experiência da autora em obras similares foram determinados os consumos de horas-homem por unidade de serviço.

O histograma abaixo considera 22 dias úteis de trabalho por mês e uma média de 8 horas de trabalho diária.

A composição da equipe direta e suas produtividades médias estão descritas na Tabela 6-4 - Equipe direta de produção e produtividades:

Tabela 6-4 - Equipe direta de produção e produtividades

Fonte: próprio autor

Função	Hora homem por unidade de serviço	Quantidade
Montagem de Formas		
Mecânico de formas	0,1533 hh/m ²	4
Ajudante	0,1533 hh/m ²	4
Soldador	0,0383 hh/m ²	1
Montagem de armação nas formas		
Armador	0,0221 hh/kg	4
Ajudante	0,0221 hh/kg	4
Concretagem de peças		
Pedreiro	3,0000 hh/m ³	7
Ajudante	3,0000 hh/m ³	7
Desforma, carregamento e limpeza de forma.		
Ajudante	0,1533 hh/m ²	4
Total		36

6.4.2. Equipe Indireta

Para o gerenciamento da produção das peças pré moldadas é necessário uma equipe indireta composta pelos profissionais apresentados na Tabela 6-5 - Composição Equipe Indiretaa seguir:

Tabela 6-5 - Composição Equipe Indireta

Fonte: próprio autor

Função	Quantidade
Engenheiro Residente	1
Técnico de Edificações	2
Técnico de Seg. do Trabalho	1
Encarregado de Formas	1
Encarregado de Armação	1
Encarregado de Concretagem	1
Encarregado de Expedição / Estocagem	1
Almoxarife	2
Serviços Gerais	2
Total	12

6.4.3. Equipamentos

Com o objetivo de auxiliar as atividades produtivas, é necessário promover a instalação de alguns equipamentos na pista de produção como serras de bancada, máquinas de solda, policorte, bancadas de montagem de armação.

Como dito anteriormente toda a concretagem será feita por meio de concreto usinado externo a obra, dispensando com isso a necessidade de montagem de uma usina de concreto dentro da obra.

A movimentação de armação, formas e desforma e carga de peças será feita através de caminhão dotado de guindastes (tipo Caminhão Munck) locados de empresas terceiras.

6.4.4. Transporte de peças

O transporte das peças da área de produção para a área de estocagem e depois desta área para a montagem é feito com carretas que permanecem por período integral na obra.

6.4.5. Resumo de custos para produção da estrutura

Para visualização dos custos de produção foi desenvolvido um orçamento preliminar com a precificação dos itens de maior representatividade.

A

Tabela 6-6 - Resumo de custos de produção - Processo de pré moldagem apresenta os custos macro da produção por meio de pré moldagem da estrutura e o valor final por metro cúbico.

Tabela 6-6 - Resumo de custos de produção - Processo de pré moldagem

Fonte: próprio autor

Item	Custo	
Serviços Preliminares		
Acerto terreno e lastro para apoio de formas	R\$	260.000,00
Formas em chapa metálica estruturada	R\$	227.055,41
Equipamentos de protensão	R\$	250.000,00
Centrais de caldeiraria e armação	R\$	7.500,00
Canteiro de Obras e área de vivência	R\$	38.016,00
Produção de peças		
Materiais	R\$	6.093.286,40
Equipe Direta	R\$	325.537,17
Equipe Indireta	R\$	335.790,00
Equipamentos	R\$	190.000,00
Total	R\$	7.537.184,98
Custo Total	R\$	7.537.184,98
Tributação	R\$	1.356.693,30
Valor Final Produção	R\$	8.893.878,28
Valor por metro cúbico	R\$	4.670,78

Abaixo está apresentada, de forma resumida, a composição dos custos de produção na modalidade de pré moldagem de peças na Figura 6-5 - Gráfico de composição de custos de produção.

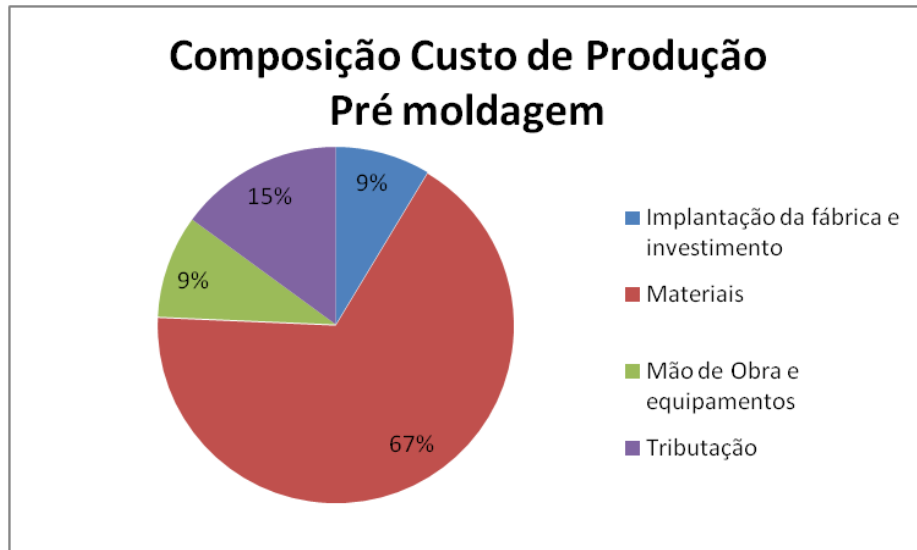


Figura 6-5 - Gráfico de composição de custos de produção

Fonte: próprio autor

7. Produção da estrutura por meio de pré fabricação

O processo produtivo de pré fabricação será analisado de forma similar ao processo de pré moldagem apresentado na seção anterior.

Para facilitar o comparativo entre sistemas todas as ferramentas e tópicos analisados no processo produtivo de pré moldagem de peças foram utilizados no estudo do processo de pré fabricação.

7.1 Planejamento da produção

A Tabela 7-1 - Cronograma Físico - Processo produtivo por pré fabricação, mostra os prazos estimados para cada etapa da estrutura de concreto por meio de pré fabricação dos elementos.

Tabela 7-1 - Cronograma Físico - Processo produtivo por pré fabricação

Fonte: próprio autor

Etapa	Mês 01				Mês 02				Mês 03				Mês 04			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Montagem do Canteiro de Obras																
Produção de peças																

Como a fabricação de peças é feita em unidade fabril externa, a produção pode ser iniciada anteriormente à implantação do canteiro e não necessita de ter o tempo de adaptação da fábrica para a fabricação das peças computado no prazo da obra. Esta produção inicial é conhecida como “pulmão” e tem o objetivo de garantir a continuidade da montagem caso haja algum descompasso entre a produção e a montagem da estrutura ao longo da obra.

Conforme planejamento preliminar a produção de peças ocorrerá em 2 meses corridos que resultam em 44 dias úteis de produção.

Conforme mencionado nos dados do empreendimento, a obra possui 1.175 peças a serem produzidas, o que resulta em uma produtividade média de 30 peças por dia.

O fluxo de produção diária terá um comportamento crescente tendo em vista a especialização da equipe de produção da fábrica de pré fabricados.

Para dimensionamento de recursos foi considerada a seguinte curva de aprendizado, apresentada na Figura 7-1 - Gráfico de aprendizagem de produção com os percentuais de produção sobre a meta de produção diária.

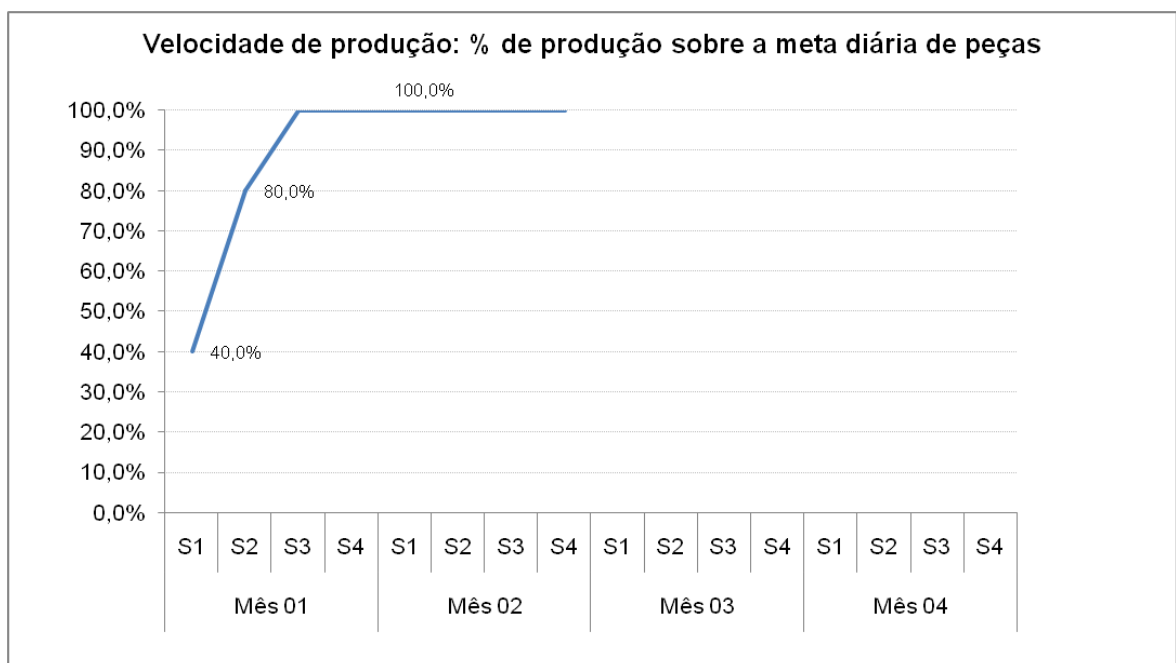


Figura 7-1 - Gráfico de aprendizagem de produção

Para atendimento ao cronograma proposto a Tabela 7-2 - Produtividades médias diárias mostra a produtividade média diária para as atividades principais no processo produtivo. Estas produtividades diárias levam em consideração que

metade dos recursos disponíveis na fábrica de pré fabricados está sendo destinados ao empreendimento em questão.

Tabela 7-2 - Produtividades médias diárias
Fonte: próprio autor

Produção diária média: Processo de pré fabricação		
Concreto para peças	43	m ³
Área de forma a ser utilizada	457	m ²
Armação para peças	2220	kg

O cronograma para a produção da armação das peças neste caso pode acompanhar a evolução das demais etapas do processo produtivo pois tanto o corte e dobra como a montagem da armação ocorre internamente a fabrica.

No que diz respeito ao plano de produção, este deve seguir a ordem de montagem da estrutura.

7.2 Implantação do canteiro de obras e unidade fabril

O canteiro de obras com a utilização de peças pré fabricadas deve focar principalmente no estudo dos fluxos de transporte para recebimento das carretas com as peças e saída das mesmas descarregadas.

A área para construção da área de vivência é significativamente reduzida devido ao menor efetivo alocado à obra. A área necessária ao canteiro de obras da fase da montagem da estrutura acaba por se tornar um anexo ao canteiro das equipes de serviços civis.

Não existe a necessidade de áreas de estocagem. Com o objetivo de reduzir custos a montagem é feita com a retirada da peça diretamente de cima da carreta que a transportou desde a fábrica até obra.

A geração de resíduos no canteiro de obra em virtude da fase de estrutura é muito pequena pois as peças já chegam na obra prontas.

O ciclo de produção das peças é similar ao processo de pré moldagem de peças com a inclusão da etapa de transporte de peças do local de produção até a obra conforme figura

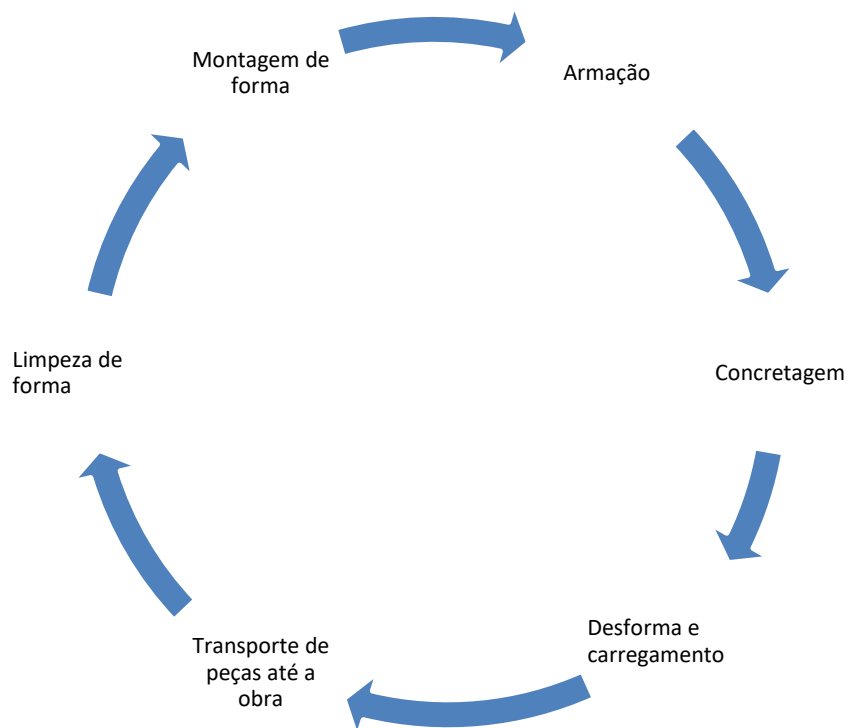


Figura 7-2 - Ciclo de produção
Fonte: próprio autor

Parâmetros de Produção

Para a produção das peças as seguintes premissas foram adotadas:

7.2.1. Armação

Todo o aço CA-50/60 e armação protendida aplicada nas peças terão seu corte e dobra, montagem e protensão na forma feita internamente à fábrica.

O controle do consumo de material é rígido e o corte de vergalhão otimizado de forma a evitar perdas.

7.2.2. Formas

As formas para as peças pré-fabricadas poderão ser adaptadas de formas pré-existentes na linha de produção, o que resulta em custos muito menores para adaptação destas formas. As despesas necessárias para adaptação das formas estão em torno de 30% com relação à fabricação de formas novas.

Além disso, os custos com preparação do leito e infra-estrutura para apoio das formas não é necessário, pois as linhas de produção possuem espaço disponível e já preparado para este fim.

As formas necessárias para a execução do escopo foram dimensionadas conforme os parâmetros anteriormente definidos bem como o percentual de frente de formas para o próximo dia de produção.

A

Tabela 7-3 - Lista de formas para produção apresenta a composição de formas para a pista de produção tendo em vista a concretagem mínima diária

Tabela 7-3 - Lista de formas para produção

Fonte: próprio autor

Relação de peças	Quantidade total de peças	Área por forma	Quantidade total de formas
Pilares	44	14,64 m ²	3
Vigas vedação	24	13,78 m ²	2
Vigas de fachada	54	16,28 m ²	2
Vigas de apoio lajes	81	22,09 m ²	4
Lajes	972	16,92 m ²	15
Frete de produção			30% da área total
Total de área de formas			669,23 m²

7.2.3. Concreto

Para a produção das peças foi adotado o concreto com uso de cimento tipo CPV-ARI (Cimento Portland de Alta Resistência Inicial).

Todo o concreto utilizado na produção será usinado na fábrica com controle tecnológico interno.

A vantagem da produção interna do concreto vem principalmente do fato da possibilidade de dosagem de pequenas quantidades para complementos de concretagem, evitando desperdício e custos adicionais com pagamento de “metros cúbicos faltantes” comumente cobrados por todas as concreteiras.

7.3 Efetivo: equipe direta e indireta e equipamentos

7.3.1. Equipe Direta

A definição da mão de obra direta para a produção levou em consideração a experiência das equipes nas atividades propostas.

As equipes de gerenciamento das centrais de armação, central de concreto, caldeiraria e demais áreas de suporte a produção, fazem parte da fábrica e terão seu custo de operação diluído nos quantitativos produzidos para todos os empreendimentos.

Foram consultados dados históricos de produção de empresas pré fabricantes e os volumes mensais médios de 2.000 (dois mil) metros cúbicos, são índices normais por fábrica. O efetivo destas fábricas no que diz respeito à mão de obra direta encontra-se na casa de 150 funcionários.

A composição da equipe direta e suas produtividades médias estão descritas na Tabela 7-4 - Equipe direta de produção e produtividades.

Tabela 7-4 - Equipe direta de produção e produtividades

Fonte: próprio autor

Função	Hora homem por unidade de serviço	Quantidade
Montagem de Formas	Quantidade mínima diária	457
Mecânico de formas	0,0438 hh/m ²	2
Ajudante	0,0657 hh/m ²	3
Soldador	0,0219 hh/m ²	1
Montagem de armação nas formas	Quantidade mínima diária	2220
Armador	0,0135 hh/kg	3
Ajudante	0,0135 hh/kg	3
Concretagem de peças	Quantidade mínima diária	43
Pedreiro	1,3864 hh/m ³	6
Ajudante	1,3864 hh/m ³	6
Desforma, carregamento e limpeza de forma.	Quantidade mínima diária	457
Ajudante	0,0657 hh/m ²	3
Total		27

7.3.2. Equipe Indireta

Para o gerenciamento da produção das peças pré moldadas é necessário uma equipe indireta composta pelos profissionais apresentados na

Tabela 7-5 - Composição Equipe Indireta a seguir:

Não foram contabilizadas as equipes que constituem o *Overhead* da empresa.

Tabela 7-5 - Composição Equipe Indireta

Fonte: próprio autor

Função	Quantidade
Engenheiro Residente	0,5
Técnico de Edificações	0,5
Técnico de Seg. do Trabalho	0,5
Encarregado de Formas	0,3
Encarregado de Armação	0,3
Encarregado de Concretagem	0,3
Encarregado de Expedição / Estocagem	0,3
Almoxarife	0,6
Serviços Gerais	0,6
Total	4

7.3.3. Equipamentos

Com o objetivo de auxiliar as atividades produtivas, é necessário promover a instalação de alguns equipamentos na pista de produção como serras de bancada, máquinas de solda, policorte, bancadas de montagem de armação.

Como dito anteriormente toda a concretagem será feita por meio de concreto usinado externo a obra, dispensando com isso a necessidade de montagem de uma usina de concreto dentro da obra.

A movimentação de armação, formas e desforma e carga de peças será feita através de caminhão dotado de guindastes (tipo Caminhão Munck) locados de empresas terceiras.

7.3.4. Transporte de peças

O transporte das peças é feito com carretas contratadas por viagem para levar as peças da fábrica à obra que permanecem por período integral na obra.

O cronograma de transporte deve levar em consideração a velocidade de montagem uma vez que não foi considerado o descarregamento das peças para

estocagem. As peças que chegam à obra devem estar com sua montagem programada para a mesma diária, evitando custos de adicionais de carretas à disposição ou ociosidade dos equipamentos e equipes de montagem.

7.3.5. Resumo de custos para produção da estrutura

Para visualização dos custos de produção foi desenvolvido um orçamento preliminar com a precificação dos itens de maior representatividade.

A fabricação apresenta os custos macro da produção por meio de pré moldagem da estrutura e o valor final por metro cúbico.

Tabela 7-6 - Resumo de custos de produção - Processo de préfabricação

Fonte: próprio autor

Item	Custo	
Serviços Preliminares		
Formas em chapa metálica estruturada - adaptação	R\$	150.576,83
Equipamentos instalados (diluição)	R\$	285.622,80
Canteiro de Obras e área de vivência (obra)	R\$	8.640,00
Produção de peças		
Materiais	R\$	2.856.228,00
Custos de Produção (utilização da fábrica)	R\$	476.038,00
Equipe Direta	R\$	137.160,00
Equipe Indireta	R\$	69.444,00
Equipamentos	R\$	95.000,00
Transporte de peças incl. ICMS	R\$	414.667,25
Total	R\$	4.493.376,88
Custo Total	R\$	4.493.376,88
Tributação	R\$	478.544,64
Valor Final Produção	R\$	4.971.921,52
Valor por metro cúbico	R\$	2.611,09

A composição dos custos de produção pode ser visualizada no gráfico abaixo na Figura 7-3 - Gráfico de composição de custos de produção.

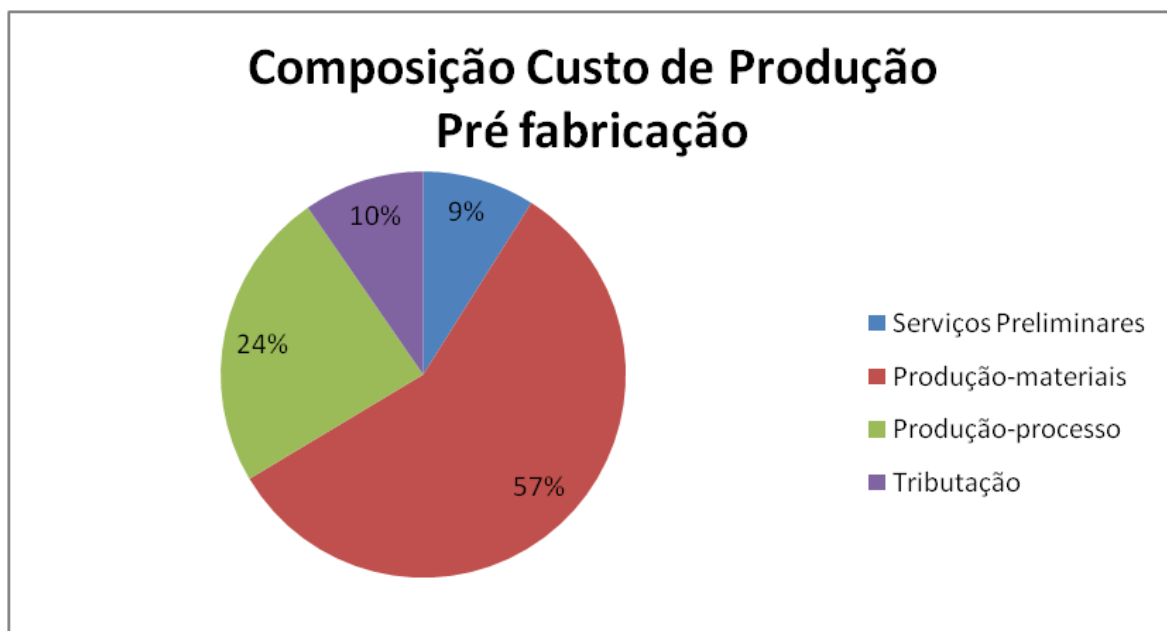


Figura 7-3 - Gráfico de composição de custos de produção

Fonte: próprio autor

8. RESUMO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS PRODUTIVOS

Tendo em vista o exposto anteriormente na composição de custos e detalhamento do processo produtivo nas opções de pré moldagem e pré fabricação, as figuras a seguir apresentam os gráficos comparativos entre os sistemas no que diz respeito a custo, prazo, efetivo direto e indireto para a estrutura estudada.

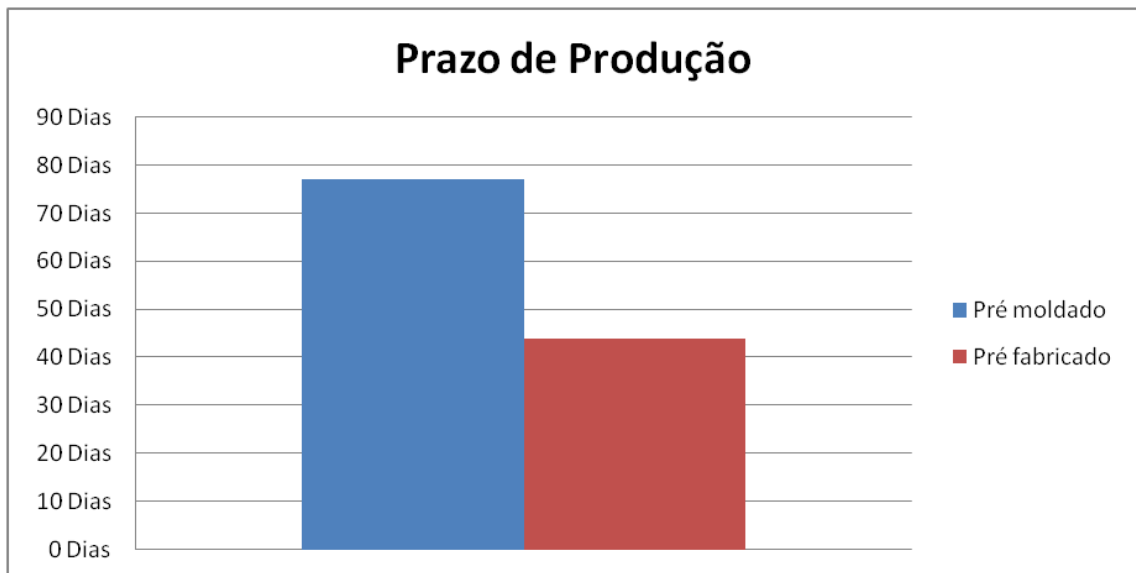


Figura 8-1 - Comparativo de prazos de produção

Fonte: próprio autor

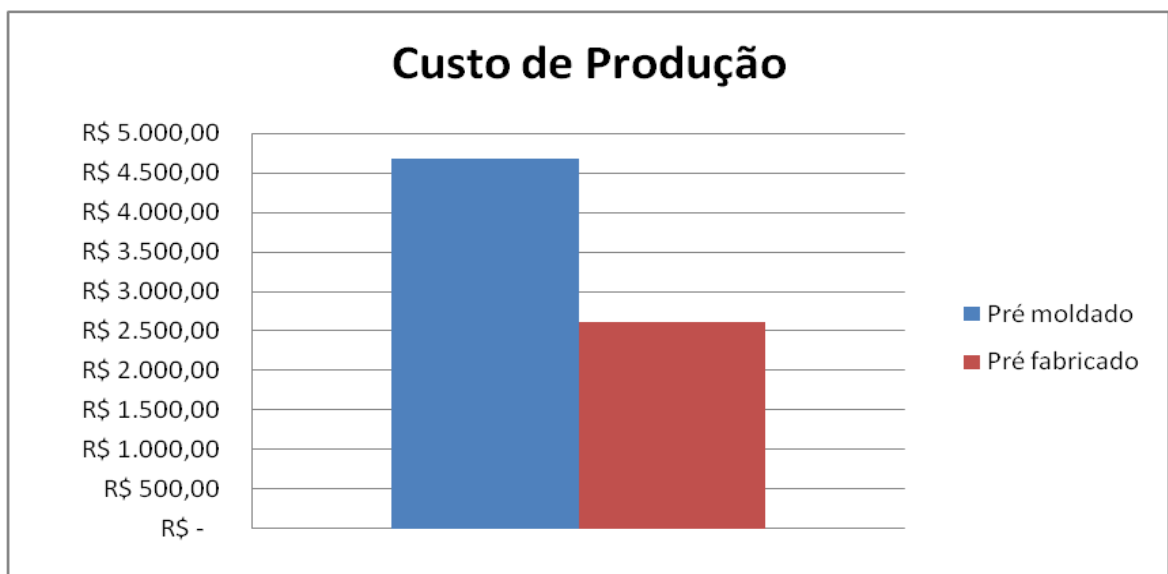


Figura 8-2 - Comparativo de custo de produção

Fonte: próprio autor

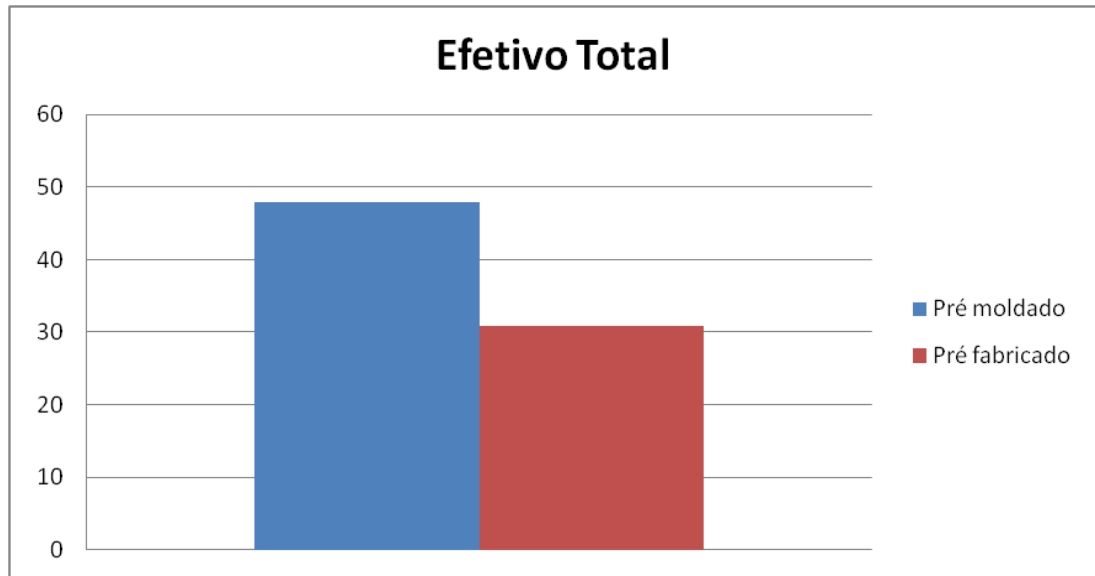


Figura 8-3 - Comparativo de quantidade de funcionários

Fonte: próprio autor

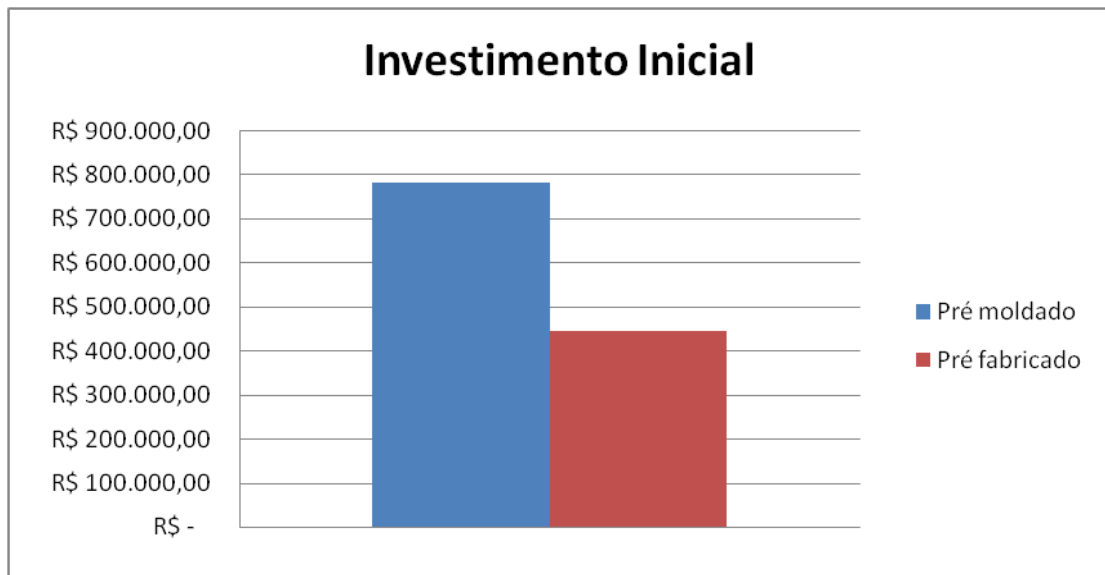


Figura 8-4 - Valores de Investimentos iniciais para produção de peças

Fonte: próprio autor

É possível identificar que para o empreendimento em questão o processo de pré fabricação é mais econômico e necessita de menor prazo de produção. No entanto alguns pontos devem ser observados:

8.1 Transporte

- Tamanho das peças: peças com comprimentos superiores a 12,00m (comprimento máximo da carreta comum), necessitam de carretas especiais para serem transportadas no caso de produção externa à obra. Em alguns casos é preciso até mesmo o uso de batedores para acompanhamento do evento do transporte.

A simples alteração de comprimento de uma peça de 12,00 m para 15,00 m resulta na necessidade de utilização de uma carreta extensiva de 18,00 m. Esta carreta especial tem o custo por viagem em média de 80% maior que a carreta comum.

Outro ponto a ser observado no item de transporte é o peso e dimensões laterais e de altura das peças. Estas características constituem limitadores de transporte e alguns casos podem obrigar a partição das peças em partes menores e a necessidade de pré montagem de segmentos no canteiro de obras.

- Distância de transporte: com a elevação dos custos do quilômetro rodado no transporte rodoviário nos últimos anos, a distância entre a obra e o local de fabricação das peças pode inviabilizar o uso de pré fabricação na produção da estrutura. Em média obras com distância próxima a 400,00 km até o local de fabricação das peças, têm seu custo de produção constituído em 12% por transporte e tributação deste serviço.

8.2 Espaço disponível e custo para implantação de canteiro de obras

- Obras em perímetro urbano: Identifica-se que atualmente que o custo por metro quadrado de terrenos em espaço urbanos tem aumentado significativamente. Logo é possível verificar vários empreendimentos com coeficiente de aproveitamento cada vez mais altos resultando em pouco espaço externo, e com isso pouco espaço disponível fora da área de projeção das edificações.

A implantação de uma fábrica de pré moldados no canteiro de obras implica em necessidade de espaço enquanto a utilização de peças pré fabricadas não utiliza nem mesmo estocagem.

- O custo de implantação de uma fábrica de pré moldados é elevado e para garantir o equilíbrio econômico da empresa, devem ser diluídos no próprio empreendimento.

A produção em fabrica acaba por apropriar a cada empreendimento uma parcela do seu custo fixo de operação o que diminui sensivelmente o custo de produção.

8.3 Disponibilidade de materiais e variação de custos

- Algumas regiões não possuem os insumos necessários a fabricação das peças. Além disso o custo de aquisição dos insumos básicos é bem menor quando feito em grande escala, como realizado em empresas pré fabricantes.

8.4 Sugestão de avaliação prévia para sistema produtivo

A seguir na Tabela 8-1 - CheckList de análise prévia é apresentada uma sugestão de avaliação do empreendimento e pontos a serem observados:

Tabela 8-1 - CheckList de análise prévia

Fonte: próprio autor

Dados	
Localização da Obra:	
Tipologia:	
Área construída (m ²):	
Modulação entre eixos verticais (m):	
Modulação entre eixos horizontais (m):	
Número de pavimentos:	
Número de pavimentos similares:	
Requisitos	Atendimento
Existe área disponível para canteiro de obras e fábrica de pré moldados;	
Existem condicionantes e limitações ambientais para implantação da fábrica;	
Qual distância de transporte entre o local de fabricação e a obra;	
Existe disponibilidade de insumos básicos indispensáveis a fabricação das peças;	
Qual o prazo disponível para realização da estrutura em concreto do empreendimento?	

Em resumo as vantagens e desvantagens de cada sistema estão relacionadas abaixo:

SISTEMA DE PRÉ MOLDAGEM

Vantagens:

- Produção de peças com dimensões e pesos maiores;
- Menor risco de atraso na montagem devido ao transporte de peças;
- Não incidência de tributação sobre o transporte de peças;

Desvantagens:

- Necessidade de espaço o canteiro para implantação da fábrica;
- Impossibilidade de produção do concreto interno em regiões de limitação ambiental;
- Alto custo de implantação sobrecarregando o caixa da obra nos primeiros meses do empreendimento;
- Necessidade de maior efetivo de mão de obra.

SISTEMA DE PRÉ FABRICAÇÃO

Vantagens:

- Produção de peças com maior complexidade de armação e menor variabilidade dimensional;
- Menor custo de implantação a produção;
- Menor efetivo de produção;
- Menor prazo para início de montagem da estrutura;
- Menor geração de resíduos no canteiro de obras.

Desvantagens:

- Alto custo no transporte de peças e tributação sobre esta atividade;
- Para que o custo de produção seja vantajoso, a estrutura da obra deve ter seções adaptáveis às seções padrão do pré fabricante;
- Limitações de dimensões e peso de peças devido ao transporte.

9. CONCLUSÃO

O processo produtivo de uma estrutura de concreto independente da modalidade empregada requer uma grande parcela de tecnologia incorporada a peça.

Mesmo que as peças à serem executadas tenham simplicidade de requisitos, é necessário otimizar recursos e analisar a interface de todas as variáveis envolvidas.

Tendo em vista a experiência da altura e a realidade do cenário econômico, o fato inegável é que a construção convencional, com a moldagem *in loco*, da estrutura está fadada à extinção em obras de porte representativo.

As obras de grande investimento tem quase que como regra a proporcionalidade inversa entre o volume da estrutura e o prazo para execução. Esta característica tem por assim dizer, favorecido o uso de técnicas como a pré moldagem e a pré fabricação em concreto.

No estudo apresentado neste trabalho é possível verificar que os métodos têm seu ciclo macro de processo produtivo muito similar. A diferenciação entre eles está muito mais relacionada ao empreendimento e as demandas que este solicita ao projeto.

Para obras em que o valor do transporte de peças compreenda mais que 20% (vinte por cento) do valor da estrutura, por exemplo, as chances do sistema de pré moldagem ser menos oneroso são grandes.

Em contrapartida, obras de pequenos volumes e com produção com pouca variação de peças tendem a ser mais viáveis quando produzidas por meio de pré fabricação,

pois nos casos dos pequenos volumes não existe a possibilidade de uma diluição viável dos custos de investimentos iniciais nos volumes produzidos.

Para trabalhos posteriores a esta monografia várias questões ainda podem ser exploradas tais como formas de particionar a produção de forma a mesclar os processos produtivos objetivando extrair o melhor de cada um.

Em síntese, a escolha do processo produtivo deve levar em consideração as características do empreendimento e coloca em comparação fatores como transporte, espaço disponível na obra, dimensão das peças e tecnologia a ser aplicada na estrutura.

10. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 12.721**: Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio – procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

BRUMATTI, Dioni O. Uso de Pré-Moldados – Estudo e Viabilidade. 2008. 54 f. trabalho de conclusão de curso em engenharia civil-Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória-MG, 2008.

CARVALHAES, Martelene. Tributação dos contratos de empreitada: pré-moldados e pré-fabricados. Disponível em:< <http://blogs.pini.com.br/posts/legislacaotributos/tributacaodoscontratosdeempreitadapremoldadoseprefabricados3109631.aspx>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

RODRIGUES, P.P.F. (1989). Controle de qualidade na indústria de prefabricados. São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SPECK, E.M. (2006). Tributação na Construção Civil. Criciúma/SC. Dissertação (Pós graduação) - **Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC.**

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIO, P.J. *Manual de Contabilidade e Tributos de Construtoras e Imobiliárias*. São Paulo: Atlas, 2003. 194 p.

EL DEBS, M. K. 2000. *Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações*. São Carlos, SP : EESC-USP, 2000.

FERREIRA, E.A.M. 1998. *Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifício*. São Paulo : Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998. p. 338.

MAMEDE, F.C. 2001. *Utilização de pré moldados em prédios de Alvenaria Estrutural*. USP, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, SP : s.n., 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia).

MARANGONI, ANA PAULA. 2006. COMPARAÇÃO DO SISTEMA PRÉ-FABRICADO COM O SISTEMA MOLDADO IN LOCO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE QUATRO PAVIMENTOS. Joenville, Santa Catarina : s.n., 2006.

MELO, C.C. 2014. *Manual Munte*. São Paulo, SP : PINI, 2014.

NOBREGA, P.B. 2004. *Análise dinâmica de estruturas de concreto – estudo experimental e numérico das condições de contorno de estruturas pré-moldadas*. São Carlos, SP : EESC-USP, 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas).

NETO, R.S.N. *Análise Logística do Transporte e Montagem de Pré moldados em canteiros de obras.* Pesquisa de Iniciação Científica. FAPESP, São Paulo, 2009.

MEDEIROS, J.S.; SABBATINI, F.H. *Componentes pré-moldados de concreto armado para a construção de edifícios habitacionais.* In: 5th INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 1994, Florianópolis, BR, 1994. Anais Florianópolis: UFSC/ University of Edinburg/ ANTAC. v.1, p.491-497.