

# ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OPERAÇÕES: UM ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE CASAS PRÉ-MOLDADAS

**CHARLES MILLER DE GOIS OLIVEIRA (UFERSA)**  
charlesmilleradm@hotmail.com

**Anna Karollyna Albino Brito (UFERSA)**  
anninhabrito\_@hotmail.com

**Isabela Raquel Mendes Bezerra (UFERSA)**  
isabelaraquel@hotmail.com



*Diante de um cenário cada vez mais competitivo as empresas devem se preocupar em realizar o seu planejamento e controle de operações, seja qual for o ramo de atuação. Na construção civil pouco se tem notícia da utilização de ferramentas como o MRPI e MRPII no auxílio a tomadas de decisão, sendo essas ferramentas bastante utilizadas na indústria de manufaturas. O objetivo desse estudo é aplicar as ferramentas em uma empresa de pré-moldados, na cidade de Mossoró-RN, para isso foram necessários pesquisa de campo para coletas de dados e embasamento teórico para fundamentar a pesquisa.*

*Palavras-chaves: MRPI, MRPII, construção civil.*

## 1. Introdução

Há uma preocupação por parte das empresas, não só em manter, mas em aumentar o seu desempenho no que diz respeito à qualidade e produtividade dos produtos e serviços oferecidos. Esses fatores influenciam diretamente nas ações e planejamentos aplicados. Assim, buscar atender a essas exigências com a flexibilização das ofertas e procurando eliminar as atividades que não agregam valor aos produtos e serviços são exemplos de posturas atuais.

Segundo Porter (1989), existe apenas três estratégias bem sucedidas e internamente coerentes, são elas: a liderança no custo total, a diferenciação de produtos ou serviços e o enfoque em um determinado mercado.

A evolução da indústria da construção civil aconteceu em diversas fases, sendo cada caracterizada por uma diversidade de métodos, tecnologias e arquiteturas próprias. Nos dias atuais verifica-se uma significativa organização em alguns subsetores, onde são encontrados modernos sistemas construtivos e processos de gestão industrial. Entre estes sistemas, destacam-se os pré-fabricados em concreto armado.

A industrialização da construção civil, através da utilização de peças de concreto pré-fabricada, promoveu no Brasil e no mundo, um salto de qualidade nos canteiros de obras, pois através de componentes industrializados com alto controle ao longo de sua produção, com materiais de boa qualidade, fornecedores selecionados e mão de obra treinada e qualificada, as obras tornaram-se mais organizadas e seguras.

Para Serra, Ferreira e Pigozzo (2005 apud REVEL, 1973), o termo pré-fabricação no campo da construção civil possui o seguinte significado: fabricação de certo elemento antes do seu posicionamento final na obra.

A pré-fabricação em seu sentido mais geral se aplica a toda fabricação de elementos de construção civil em indústrias, a partir de matérias primas e semi-produtos cuidadosamente escolhidos e utilizados, sendo em seguida estes elementos transportados à obra onde ocorre a montagem da edificação (SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005 apud REVEL, 1973).

Em uma realidade onde há busca por crescimento de mercado, decisões estratégicas tomadas por parte das empresas precisam envolver o planejamento de produção. E, do inglês, *Materials Requirement Planning* (MRP) ou o Planejamento das Necessidades de Materiais pode ser visto como ferramenta essencial de atuação dessas organizações, através da ponderação entre custos e benefícios, visto que o MRP é uma técnica que fornece às empresas industriais o controle de todo o estoque de forma mais eficiente que os demais controles. Isto porque são definidas quantidades de produtos a serem compradas ou produzidas com base na demanda desses itens e, então, essa projeção reflete na quantidade de matéria-prima a ser adquirida (MOREIRA et al., 2010).

Assim, este estudo tem como objetivo realizar a implementação do MRPI e MRPII em c fábrica de pré-moldados (Fábrica de casas), realizando uma análise do planejamento do controle de operações dessa fábrica.

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1. Planejamento e controle

As atividades dentro de uma empresa exigem no mínimo dois pontos importantes: planejamento prévio e rigoroso e controle durante os processos. Pois sem os mesmos não se pode garantir a qualidade, prazos e quantidades de um determinado produto ou serviço. Mas também, sabe-se que o planejamento não é uma matemática exata; nem sempre corresponderá à necessidade das vendas (FULLMANN et al., 1989).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), planejamento são as intenções para o que deveria ocorrer, o que se pretende realizar, com que recursos e quais os objetivos a serem atingidos. Já o controle, é as ações que monitoram estas intenções para garantir que tudo sairá como descrito no planejamento. O planejamento e controle devem garantir que os processos da produção ocorram de forma eficaz e eficiente e que produzam produtos requeridos pelos consumidores. Para que ocorram desta forma, devem abordar os objetivos estratégicos da produção, sendo acompanhado das funções de programação, coordenação e organização.

A programação também envolve o processo de determinar a ordem na qual essas operações serão realizadas. Essas atividades são suportadas pela programação definida pelo Plano Mestre de Produção (PMP) e MRP. Depois de tudo planejado e programado, o planejamento e controle da produção têm em mãos um conjunto de ordens de montagem, fabricação e compras que deve ser emitido e liberado para que o sistema produtivo possa atender de forma organizada seu planejamento mestre. O MRP equivale a uma técnica para converter a previsão de demanda de um item de demanda independente em uma programação das necessidades das partes dos componentes do item. Observemos a Figura 1 a seguir.

TÉCNICA	PERGUNTAS	O QUE É NECESSÁRIO SABER PARA RESPONDER
MRP I	Que partes dos componentes serão necessárias para cumprir a demanda dos produtos finais?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura do produto</li> <li>• Lista de materiais</li> </ul>
	Em que quantidades são necessárias?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda do produto</li> <li>• Demanda dos componentes</li> <li>• Lote de produção</li> </ul>
	Quando estas partes são necessárias?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lead-time</i></li> </ul>
MRP II	Como será produzido o produto final?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade produtiva</li> <li>• Capacidade de mão de obra</li> </ul>

Figura 1 – Respostas que o MRP fornece para a produção

## 2.2. Aplicação do MRP na construção civil

Frente aos problemas ligados à gestão de empreendimentos na construção civil, a necessidade da utilização de pensamentos de planejamento no intuito de prever, definir a linha de conduta a ser seguida, as etapas a vencer, os meios a empregar e os resultados a atingir são fundamental para a competição e ascensão no mercado. Ferramentas, procedimentos e metodologias para a melhoria da qualidade e produtividade existem para reduzir erros e imprevistos e devem ser aplicados com esse foco (MIANA, 2007).

Conforme Formoso et al. (1996, p. 30), tais deficiências podem ser entendidas como “perdas que se refletem no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação”. Estas perdas dizem respeito, de um modo geral, a ocorrência de desperdícios de materiais, quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor.

Uma das correntes, a *lean construction* (construção enxuta), direciona suas ações para “enxugar” a obra de todas as atividades que não geram valor, ao contrário disto, geram desperdício de recursos. Deve-se reduzir custos sem necessidade de investimentos, através de

uma melhor organização do processo, eliminando reservas de mão de obra ociosa, otimizando cada recurso disponível (MIANA, 2007 apud SENRA, 2000).

Segundo Lantelme (1994), a indústria da construção civil, pouco habituada à prática de medição, encontra-se extremamente carente de dados que possam fornecer aos gerentes informações quanto ao desempenho atual de suas empresas e quanto às ações a tomar para a melhoria de qualidade e produtividade de seu processo produtivo.

No setor do mercado a competitividade entre as empresas é um fato que está obrigando uma reestruturação no modo gerencial das mesmas, o qual, frente a um mercado consumidor cada vez mais exigente quanto a qualidade, deve visar rapidez, preço, confiabilidade e flexibilidade através do aumento da produtividade. Assim, frente a um mercado cada vez mais exigente quanto à qualidade dos produtos e serviços oferecidos, crescem as atenções para com a melhoria do desempenho da empresa.

Campos (1992, p. 193), expõe como princípio básico para se atingir qualidade e produtividade “falar, racionar e decidir com dados e com base em fatos”, ressaltando a necessidade de tomar decisões em cima de dados e fatos concretos e não com base na experiência, bom senso, intuição ou coragem. Diversos estudos sobre o gerenciamento da construção civil consideram a precariedade de planejamento e controle de custos, prazos e qualidade na mesma como uma das causas da baixa eficiência e gerenciamento das empresas deste setor e apontam que isto decorre, em grande parte, das deficiências do processo, coleta de dados e retroalimentação de informações. Estas considerações deduzem-se da falta de informações na tomada de decisão que é praticamente inexistente nas empresas de construção civil.

O MRP possui como objetivos melhorar o serviço ao cliente, reduzir investimentos em estoque e melhorar a eficiência operacional da fábrica (GAITHER; FRAZIER, 2005). Melhorar o serviço ao cliente significa mais do que apenas ter produtos disponíveis, ter clientes satisfeitos significa cumprir promessas de entrega e abreviar tempos de entrega (CERTO et al., 2010).

A necessidade de desenvolver uma ferramenta de gestão pela qual os gestores pudessem avaliar suas produtividades e tomar decisões frente às informações ocasionou na inserção da técnica MRP na construção civil.

### **3. Caracterização da empresa**

A empresa foi criada em 2007 a partir de uma *joint venture* (parceria comercial) entre uma então tradicional incorporadora local no Ceará, e uma empresa composta de investidores estrangeiros e locais.

Antecipando o crescimento imobiliário fora dos grandes centros urbanos do país, especialmente localizados no sudeste, a empresa teve desde o seu início foco nas capitais e segundas cidades dos estados nordestinos.

Com sede em Fortaleza e filiais em Mossoró e Aracaju, em sua breve história, a empresa conseguiu se estabelecer nos mercados onde está instalada e inicia a sua expansão.

Alguns valores básicos orientaram a gestão da empresa desde a sua fundação: a utilização de mão de obra, produtos e relacionamentos locais; a aplicação de materiais de alto padrão de qualidade; e a conceituação de projetos que privilegiem a integração dos moradores e o seu bem-estar.

Tendo pesquisado e mapeado um grande número de possíveis localidades, a empresa elegeu a cidade de Mossoró, localizada no Estado do Rio Grande do Norte, para receber o seu primeiro empreendimento. Na sequência, estudou e firmou opções de investimento na capital Cearense, Fortaleza, assim como em Aracaju, Sergipe.

Atualmente, a empresa tem em seu *portfólio* de desenvolvimento mais de R\$200 milhões em valor geral de vendas para lançamento ainda no ano de 2012.

Esse estudo se concentra na unidade da empresa na cidade de Mossoró-RN, onde a mesma está construindo o condomínio “Jardins de Mossoró”.

### 3.1. Identificando o produto

Para escolha do produto foco desse estudo, tomaram-se como bases as estruturas do condomínio mencionado anteriormente, devido ao método utilizado na construção de suas casas – Construção Modular– que se dão de uma forma inovadora para a região.

Este método construtivo classifica-se como rápido e eficaz, atendendo as necessidades dos clientes e proporcionando-lhes o maior nível de satisfação com conforto e economia, pois visa diminuir perdas desnecessárias de tempo, investimento e material.

O também conhecido como “Painéis Pré-Moldados”, os painéis cerâmicos possuem este alcinha porque atribuísssem ao diferencial deste produto que é a velocidade de construção, edificação e tempo de entrega da obra, pois sua montagem é formada por uma camada de concreto sobre estrutura de barras de ferro, cerâmica no preenchimento interno e outra camada de cimento e ferro, confeccionados de acordo com o projeto específico para cada solicitação. Tornando assim, inigualável, hoje, a qualquer outro processo no mercado.

Este painel é um produto de qualidade insuperável, onde a rapidez de execução vai ao encontro das exigências do mercado da construção civil, atendendo aos nichos compreendidos desde a casa própria ao estabelecimento comercial.

O estilo de casa escolhido para a realização do trabalho foi a casa modelo contemporânea que corresponde a 92,08% da demanda de construção do condomínio e para fabricação da mesma são necessários 40 exemplares de painéis e 9 tipos de lajes.

### 3.2 Mapeamento do processo produtivo

A primeira etapa do processo inicia-se na preparação dos moldes do painel a ser construído e na aplicação do desmoldante que é uma substância utilizada para facilitar a desmoldagem da própria peça após a confecção da mesma. Por conseguinte há a transferência do concreto da betoneira para os moldes, onde acontece a distribuição homogênea do concreto. Logo após é posto as cerâmicas e então a aplicação treliças e da primeira malha de ferro. Posteriormente inicia a instalação do *kit* hidráulico e elétrico, que serão detalhados mais a frente na Estrutura Analítica do Produto - EAP.

Em seguida tem o rebaixo que é o desnível que marca a junção entre duas paredes. Logo depois, há a aplicação dos espaçadores, da segunda malha de ferros e apor os ferros de fixação, estas atividades são feitas paralelamente.

Para conclusão do processo é colocada à segunda camada de concreto e é realizado o alisamento do concreto e rebaixos laterais. Todo este processo pode ser observado pelo fluxograma na Figura 2 a seguir:

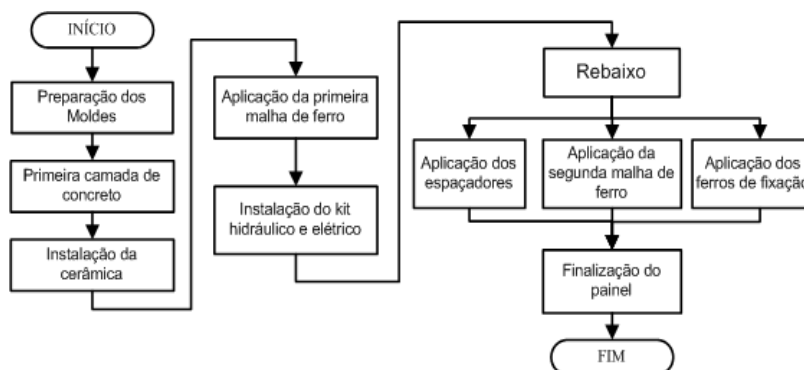


Figura 2 - Fluxograma para o processo do painel

Mantêm-se processos semelhantes para a fabricação da laje, como pode ser observado pela Figura 3:

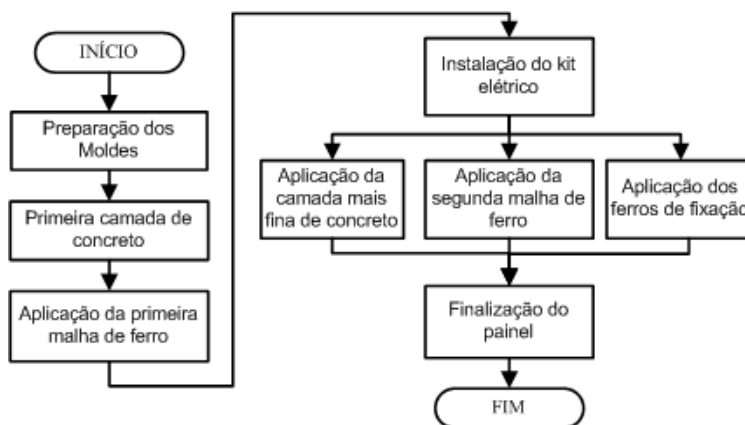


Figura 3 - Fluxograma para o processo da laje

Desse modo observa-se todo o processo produtivo de construção dos painéis de uma casa, verifica-se também que o mesmo se comporta como um processo em série.

#### 4. Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa foi de cunho qualitativa e dividida em duas etapas. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para dar embasamento ao estudo, em seguida, deu-se início ao estudo de caso, o qual foi necessário fazer o levantamento dos dados por meio de entrevistas exploratórias. As entrevistas, de forma informal, foram realizadas com o intuito de conhecer o processo produtivo e obter dados que colaborassem com o progresso do trabalho. Esses dados foram tratados com o uso de *softwares* que auxiliaram na construção de fluxogramas, da estrutura analítica do projeto e das tabelas para o MRP I, MRP II, CRP e dos gráficos.

Para dar continuidade ao estudo de caso, foi elaborado um modelo de planejamento de produção das casas referente aos meses de Abril e Maio.

#### 5. Análise e resultado do dados

O uso da ferramenta MRP I (*Material Requirement Planning I*) auxilia no planejamento e controle da produção, pois identifica o que deve ser produzido/comprado, quando e quanto será necessário. Para a implementação da mesma, foi realizado os seguintes passos observado na Figura 4.



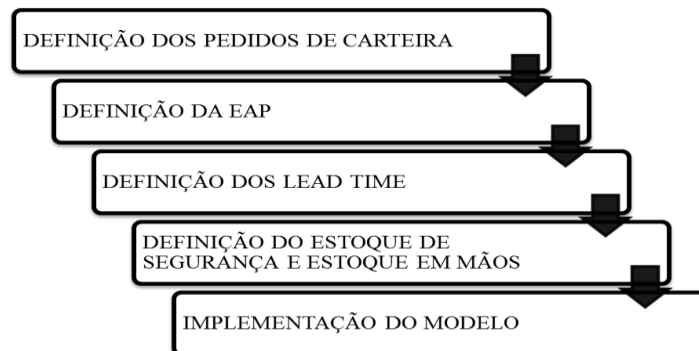


Figura 4 - Fluxograma para a aplicação da ferramenta MRP I

Para a inicialização do estudo, é necessário definir os pedidos em carteiras. Para construção do condomínio, a empresa possui uma demanda fixa de 101 casas que serão entregues ao final do mês de Junho. Das 101 casas, 93 delas são do modelo 01 (Contemporâneo), 6 do modelo 02 (Colonial) e 2 do modelo 03 (Moderno), com início a produção no mês de Janeiro, portanto, para o modelo 01 foi distribuído 19 casas no mês de Janeiro, 17 casa no mês de Fevereiro, 19 casas no mês de Março, 19 casas no mês de Abril e 19 casas no mês de Maio. Para o modelo 02 e 03, no mês de Junho resultou na produção das 8 casas.

O planejamento foi realizado a fim de atender aos pedidos dos meses de Abril e Maio sendo baseado na Estrutura Analítica do Produto. A EAP foi montada com base na fabricação de 1 (uma) casa do modelo 01, o qual possui 325,28 m<sup>2</sup>, sendo 40 (quarenta) formas para a produção das paredes, resultando em 244,95 m<sup>2</sup> e 9 (nove) formas para a produção das lajes, totalizando 80,33 m<sup>2</sup>. As paredes foram divididas em “painel maciço”, “painel com lajota”, “painel com lajota e kit elétrico”, “painel com lajota e kit hidráulico” e “painel com lajota, kit elétrico e kit hidráulico”, a partir daí, foi possível identificar os elementos que compõe cada uma delas, como pode ser observado na Figura 5.

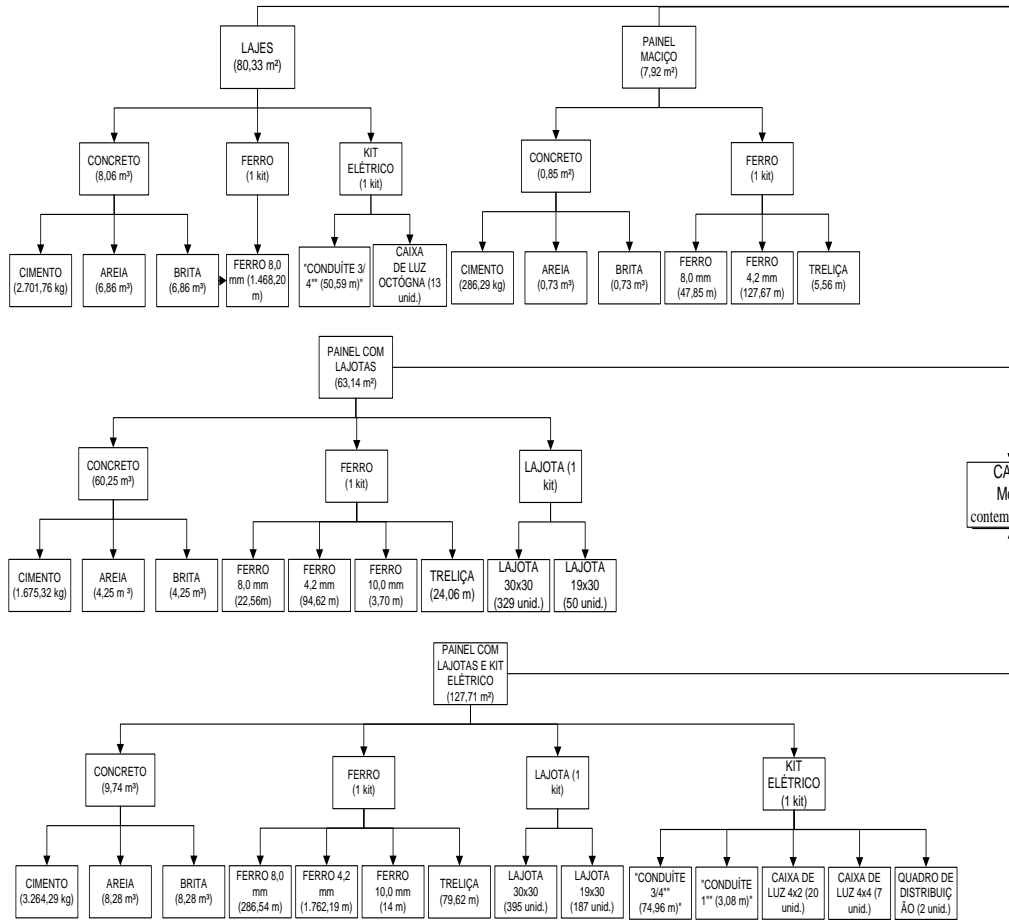


Figura 5 - Estrutura Analítica do Produto



Uma das restrições da empresa é possuir apenas 2 kits de fôrmas para paredes, cada um com 40 fôrmas, e 1 kit de fôrma para laje, com 9 fôrmas. Assim, foi definida a fabricação de 489,90 m<sup>2</sup> de parede cada dia, começando na terceira semana de Abril e finalizando na segunda semana de Maio e 80,33 m<sup>2</sup> de laje por dia, para que as estas sejam finalizadas juntamente com as paredes, a inicialização das mesmas deverá acontecer na segunda semana do mês de Março.

Verificou-se que a empresa não trabalha com estoque de segurança, pois a maioria dos seus elementos não pode ser estocada por muito tempo e nem com lotes econômicos de compra, doravante as compras são programadas, levando em consideração apenas as necessidades dos materiais, assim, serão possíveis perceber que as necessidades líquidas de produção desses itens serão negativas, pois, o estoque disponível sempre ultrapassará a necessidade de produção, esta prática é utilizada porquanto todos os seus fornecedores são locais, não havendo grandes períodos de espera.

Na figura 6, pode-se observar um quadro resumo do MRP I com as necessidades líquidas de produção, o quadro foi resumido observando apenas 6 dias, porém esse é estendido a 30 dias.

NECESSIDADE LÍQUIDA PRODUÇÃO								
SEMANA	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19
ITEM CASA	0	0	0	0	650,6	650,6	650,6	650,6
ITEM LAJE	80,33	80,33	0	0	80,33	80,33	80,33	80,33
ITEM PAINEL MACIÇO	0	15,84	0	0	15,84	15,84	15,84	15,84
ITEM PAINEL COM LAJOTA	0	126,28	0	0	126,28	126,28	126,28	126,28
ITEM PAINEL COM LAJOTA E KIT ELÉTRICO	0	255,42	0	0	255,42	255,42	255,42	255,42
ITEM PAINEL COM LAJOTA, KIT ELETRICO E KIT HIDRÁULICO	0	74,12	0	0	74,12	74,12	74,12	74,12
ITEM PAINEL COM LAJOTA E KIT HIDRÁULICO	0	18,24	0	0	18,24	18,24	18,24	18,24
ITEM CONCRETO	156,96	156,96	0	0	156,96	156,96	156,96	156,96
ITEM FERRO	11	11	0	0	11	11	11	11
ITEM LAJOTA	8	8	0	0	8	8	8	8
ITEM KIT ELÉTRICO	5	5	0	0	5	5	5	5
ITEM KIT HIDRÁULICO	4	4	0	0	4	4	4	4
ITEM CIMENTO	-35792	-20216	-20216	-20216	-84640	-69064	-53488	-37912
ITEM AREIA	-412,14	-372,62	-372,62	-372,62	-333,1	-293,58	-254,06	-214,54
ITEM BRITA	-412,14	-372,62	-372,62	-372,62	-333,1	-293,58	-254,06	-214,54
ITEM FERRO 8,0 mm	-7750,1	-5421,4	-5421,4	-5421,4	-3092,6	-763,86	-9827,5	-7498,7
ITEM FERRO 4,2 mm	-59058	-53896	-53896	-53896	-48733	-43571	-38409	-33247
ITEM FERRO 10,0 mm	-2903,5	-2862,1	-2862,1	-2862,1	-2820,7	-2779,3	-2737,9	-2696,5
ITEM TRELIÇA	-5145,5	-4891	-4891	-4891	-4636,6	-4382,1	-4127,6	-3873,1
ITEM LAJOTA 30x30	-17056	-15212	-15212	-15212	-16068	-14224	-12380	-10536
ITEM LAJOTA 19x30	-3658	-3116	-3116	-3116	-2574	-2032	-1490	-948
ITEM CONDUÍTE 3/4"	-2301,5	-2064,2	-2064,2	-2064,2	-1826,8	-1589,5	-1352,2	-1114,9
ITEM CAIXA DE LUZ OCTÓGONA	-100	-87	-87	-87	-74	-61	-48	-35
ITEM CONDUÍTE 1"	-68,84	-62,68	-62,68	-62,68	-56,52	-50,36	-44,2	-38,04
ITEM CAIXA DE LUZ 4x2	-894	-828	-828	-828	-762	-696	-630	-564
ITEM CAIXA DE LUZ 4x4	-222	-204	-204	-204	-186	-168	-150	-132
ITEM QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ	-76	-72	-72	-72	-68	-64	-60	-56
ITEM TUBO PVC ESG. DN 50	-254,4	-238,8	-238,8	-238,8	-223,2	-207,6	-192	-176,4
ITEM LUVA ESG. SN SOLD. DN 50	-147	-139	-139	-139	-131	-123	-115	-107
ITEM LUVA AZUL 25mm x 3/4"	-109	-103	-103	-103	-97	-91	-85	-79
ITEM LUVA MARROM SOLDÁVEL 25mm	-398	-376	-376	-376	-354	-332	-310	-288
ITEM TUBO PVC CL. 15 MARROM 25 mm	-845,04	-790,08	-790,08	-790,08	-735,12	-680,16	-625,2	-570,24
ITEM JOELHO 90° MARROM 25mm	-147	-139	-139	-139	-131	-123	-115	-107
ITEM JOELHO AZUL C/BUCHA LATÃO 25 x 1/2"	-507	-479	-479	-479	-451	-423	-395	-367
ITEM ADAPTADOR SOLD. CURTO 25 x 3/4"	-398	-376	-376	-376	-354	-332	-310	-288
ITEM REGISTRO DE GAVETA 25mm x 3/4"	-147	-139	-139	-139	-131	-123	-115	-107
ITEM TEE MARROM 25mm	-370	-350	-350	-350	-330	-310	-290	-270
ITEM REGISTRO DE PRESSÃO 25mm x 3/4"	-114	-108	-108	-108	-102	-96	-90	-84

Figura 6 – Planejamento da necessidade de Materiais

Já a ferramenta MRP II (*Manufacturing Resource Planning II*), auxilia no planejamento de mão-de-obra e maquinário para que a demanda seja atendida de acordo com as necessidades de produção calculada no MRP I, assim, para a elaboração do MRP II, foi calculado o tempo médio de fabricação dos painéis, pois como a sua produção é em série, não há possibilidade de cronometrar o tempo de fabricação de cada painel, sendo assim, o tempo encontrado foi de 0,96 h.homem/m<sup>2</sup>.

Para o cálculo de necessidade de maquinário, foi considerado o tempo que uma betoneira gasta para misturar 1 m<sup>3</sup> de concreto, portanto, o tempo encontrado foi de 0,116 h.máquina/m<sup>3</sup>. Na Figura 7 a seguir pode ser observado um resumo do CRP.

MÃO-DE-OBRA (Fabricação de Painéis)	ES -	0								
DIA	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21
NECESSIDADE DE PRODUÇÃO	0,0	624,5	0,0	0,0	624,5	624,5	624,5	624,5	624,5	0,0

MÁQUINA (Betoneira)	ES =	0								
DIA	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21
NECESSIDADE DE PRODUÇÃO	18,21	18,21	0,00	0,00	18,21	18,21	18,21	18,21	18,21	0,00

CÁLCULO DO CRP										
Dias úteis			D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	
DISPONIBILIDADE										
Dia			1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	
Horas Normais			9,00	8,00	0,00	0,00	9,00	9,00	9,00	
Horas Extras										
Mão de obra			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Máquina M			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Centro de custo	TURNO	EFICIÊNCIA	Nº							
Mão de obra	1	90%	35	283,50	252,00	0,00	0,00	283,50	283,50	283,50
Máquina Betoneira	1	40%	3	10,80	9,60	0,00	0,00	10,80	10,80	10,80
RELAÇÃO NECESSIDADE/DISPONIBILIDADE										
Mão de obra				0,00	2,48	0,00	0,00	2,20	2,20	2,20
Máquina Betoneira				1,69	1,90	0,00	0,00	1,69	1,69	1,69

Figura7 – CRP (Capacity Resources Planning)

Para verificar se a empresa possui capacidade para atender com qualidade o que foi planejado no MRP I e MRP II, utiliza-se uma ferramenta conhecida por CRP (*Capacity Resources Planning*), a qual consiste em comparar a disponibilidade e a necessidade dos recursos. Sendo assim, para calcular a disponibilidade, foi considerado um turno de 9 horas de segunda-feira a quinta-feira e outro de 8 horas na sexta-feira, somando 44 horas por semana, visto que eles não realizam expediente no final de semana.

Para definir a eficiência foram consideradas as paradas para alimentação (café-da-manhã) e necessidades físicas, a eficiência encontrada foi em torno de 90% para 35 funcionários que trabalham diretamente na fabricação dos painéis.

Já para a betoneira, a capacidade especificada é de 0,6 m<sup>3</sup> com o tambor na posição de 0°, porém o uso real do tambor da betoneira é na posição de 45°, o que transforma a capacidade para metade da capacidade total. Neste caso, a eficiência para o preparo de 0,12 m<sup>3</sup>, referente a 1 traço (é a proporção de ingredientes para obter um desempenho final desejado) de concreto, é de 40% da capacidade com o tambor na posição de 45° para as 3 máquinas pertencentes na fábrica.

De posse desses dados, foram construídos os gráficos de carga de mão de obra e máquinas, que podem ser observados nas Figuras 8 e 9, respectivamente.

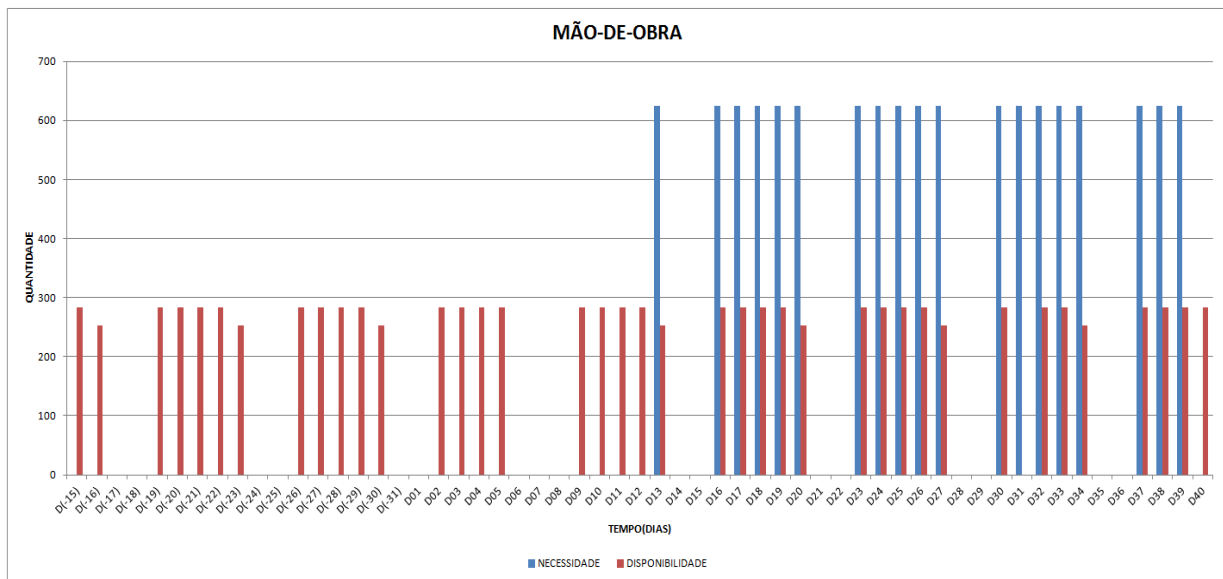


Figura 8 - Gráfico de carga de mão de obra

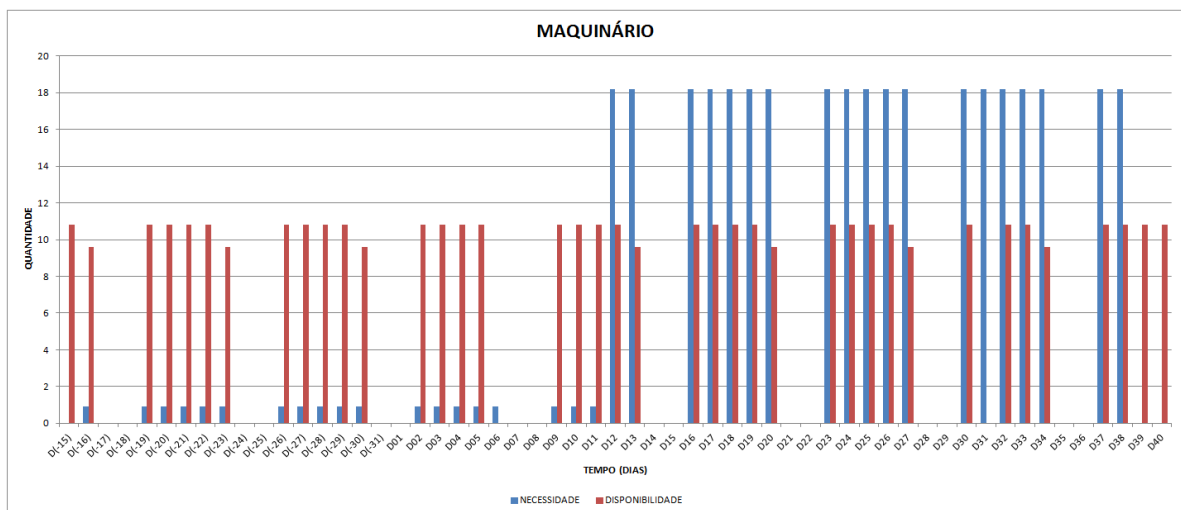


Figura 9 - Gráfico de carga de maquinário

Observados os gráficos, verifica-se que a necessidade é superior a disponibilidade, tanto para a mão de obra como para maquinário, sendo essas informações relevantes para as tomadas de decisão.

## 5. Conclusão

Apesar dos avanços no cenário mundial, o concreto pré-fabricado no Brasil tem sido pouco explorado. As principais razões de o concreto pré-fabricado ser subutilizado são: o sistema tributário que penaliza o emprego de elementos pré-fabricados de fábricas, a instabilidade econômica que dificulta o planejamento e os investimentos à longo prazo, o conservadorismo dos agentes envolvidos com a construção civil, a falta de conhecimento de alternativas em concreto pré-fabricado, a escassez de oferta de equipamentos, a indisponibilidade comercial de dispositivos auxiliares para realizar as ligações e o manuseio de elementos. As duas primeiras razões são de natureza macroeconômica. As restantes são culturais ou consequência das primeiras.

Após verificar a relação necessidade/disponibilidade, percebeu-se que para os pedidos do mês de Abril e Maio, a empresa não conseguirá atendê-los, uma vez que a necessidade é mais que o dobro da disponibilidade da mesma.

As alternativas para contornar essa situação poderão ser o aumento do número de funcionários, de 35 para 77, ou fazer horas-extras, incluindo expedientes no dia de sábado.

Como o custo de mão de obra (mensal) para o empregador é igual a R\$685,71, se contratarmos 42 colaboradores o custo total no final pago pelo empregador seria R\$52.799,67, esse número é bem elevado devido aos tributos pagos pela contratação de funcionários.

Ao caso de alocar mais um dia na semana (sábado) para o trabalho, o custo seria de R\$580,69 por funcionário, como a empresa tem 35 funcionários, então total no final do mês é de R\$20.324,15.

Para o maquinário, manteve-se a mesma conclusão, a necessidade na maioria dos dias é bem maior que a disponibilidade do mesmo.

Nos dias que houve o estouro de capacidade, pode-se aumentar a capacidade da betoneira, já que a mesma trabalha com apenas 40% de eficiência, assim propõe-se que seja dobrado sua eficiência indo de 40% para 80% da eficiência, utilizando dois traços de concreto no processo, ao invés de usar 1 traço por vez. Ou mesmo verificar a possibilidade de alugar betoneiras que possam suprir tais necessidades, sendo que a primeira opção torna-se mais viável economicamente.

É possível verificar também dias ociosos tanto para a mão-de-obra quanto para o maquinário, porém é importante ressaltar que o trabalho é realizado baseado em dois meses (Abril e Maio), no entanto, a fábrica está em funcionamento desde o mês de Janeiro.

A utilização de sistemas ou procedimentos simples para o aperfeiçoamento dos processos na construção civil encontra-se ainda em seus primeiros estágios de desenvolvimento nesse setor. Este trabalho vem mostrar que há ainda um longo caminho a ser seguido e uma grande possibilidade de utilização de ferramentas de administração da produção para que as empresas da construção civil utilizem dados e fatos na tomada de decisão necessárias para a melhoria de produtividade.

## Referências

**CAMPOS, V. F.** *Controle da qualidade total: no estilo japonês*. 8. ed. São Paulo: INDG, 1999.

**CERTO et al., S. C.** *Administração estratégica: planejamento e implantação de estratégias*. 3. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

**FORMOSO et al., C. T.** *Perdas na construção civil: conceitos e classificação*. Revista Técnica, São Paulo, n. 23, p 30-33, jul/ago de 1996.

**FULLMANN, et al. C.** *MRP/MRP II, MRP III (MRP+JIT+KANBAN), OPT E GDR*. São Paulo: IMAN, 1989.

**GAITHER, N.; FRAZIER, G.** *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo, Pioneira: 2005.

**LANTELME, E. M. V.** *Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil*. 1994. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) -

Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 1994.

**MIANA, E. H.** *Aplicação do sistema MRP à construção civil: estudo de caso empreendimento Bossa Nova*. 2007. 45f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Coordenação de curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, 2007.

**MOREIRA et al., B. B.** *Aplicação de técnicas do planejamento e controle da produção em uma indústria de bebidas visando à otimização do atendimento das necessidades de materiais*. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, SP, 2010.

**PORTER, M.** *A vantagem competitiva das nações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1989.

**SERRA, S. M. B.; FERREIRA, M. A.; PIGOZZO, B. N.** *Evolução dos pré-fabricados de concreto*. In: I Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado. São Carlos, SP, 2005.

**SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.** *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

