

# USE OF MRP FOR THE MANAGE MANUFACTURING OF A CONCRETE PRE-MOLDED COMPANY

## APLICAÇÃO DO MRP PARA O PCP DE UMA EMPRESA DE PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO

Acácio H. Komesu<sup>1</sup>✉, Marco T. D. Costa<sup>2</sup>, Bráulio F. Barcelos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup>Faculdade Doctum, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil

✉ [acaciokomesu@gmail.com](mailto:acaciokomesu@gmail.com)

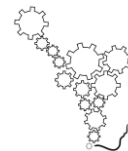
Recebido: 30 abril 2018 / Aceito: 14 junho 2018 / Publicado: 20 junho 2018

**ABSTRACT.** The planning in a company has become an important part in the production due to market aspects that are more competitive and conducive to cutting spending and costs. Therefore, the purpose of the project was to apply the concepts of Production Planning and Control (PCP) using the MRP tool to help identify the need for materials for production, in order to help decision making for the stages of the production process. The case study was developed in a pre-molded concrete company located in Itabira - MG. The results showed an balance of production demand with the demand for materials, determining the required amount of raw material for the production, avoiding interruptions in the process due to lack of material by the use of MRP. Finally, the study helped the company to have a competitive gain by improving the production process, determining the amount of raw materials used, reduction of waste and the deadlines for the acquisition, in order to meet the deadlines set and improve the reliability of the organization.

**Keywords:** MRP, Production Planning and Control Case Study, Pre Molded Concrete

**RESUMO.** O planejamento em uma empresa tornou-se peça chave para poder se produzir devido aos aspectos mercadológicos que estão mais competitivos e propícios para corte de gastos e custos. Portanto, o propósito do projeto foi aplicar os conceitos de Planejamento e Controle da Produção (PCP) utilizando a ferramenta MRP para auxiliar a identificação da necessidade de matérias para a produção, de modo a auxiliar a tomada de decisão para as etapas do processo produtivo. A metodologia utilizada foi à pesquisa ação desenvolvida em uma empresa do setor de Pré Moldados de Concreto localizado na cidade de Itabira - MG. Como resultados houve um equilíbrio da demanda de produção com a demanda de matérias, determinando a quantidade necessária de matéria prima para a realização da produção, evitando as interrupções no processo por falta de material pelo uso do MRP. Por fim, o estudo auxiliou a empresa a ter um ganho competitivo melhorando o processo produtivo, determinando a quantidade utilizada de matéria prima, diminuição de desperdícios e os prazos para aquisição, de modo a atender os prazos estabelecidos e melhorar a confiabilidade da organização.

**Palavras-chave:** MRP, Planejamento e Controle da Produção, Estudo de Caso, Pré Moldados de Concreto



## 1 INTRODUÇÃO

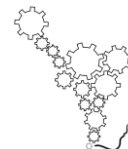
Em um mercado mais competitivo, é importante que as organizações passem a produzir de forma que atendam as necessidades de seus clientes, com qualidade, confiabilidade e menor custo. Cenário que acaba dependendo do uso de ferramentas para planejar e controlar seus insumos e demandas de modo equilibrado, evitando desperdícios e realizar uma melhor gestão de estoques, procedimentos que podem ser feito pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) utilizando o sistema MRP (*Material Requirements Planning* – Planejamento da Necessidade de Materiais).

Para o planejamento e controle, o PCP entra como uma metodologia que possibilita a utilização de diversas ferramentas que auxiliam as organizações para a tomada de decisão relacionada principalmente ao cumprimento de prazos com o intuito de definir o quanto de suprimentos que serão necessários para o sistema produtivo, quando e como eles devem ser produzidos, qual será o processo de venda e como ele será entregue (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Os demais autores seguem a mesma linha de raciocínio referente à definição do PCP, sendo uma importante ferramenta para que as organizações se programem para atender as necessidades dos clientes, planejando a quantidade de materiais que necessitará para produzir e quando ele poderá ser entregue (CORRÊA; CORRÊA, 2012; MARTINS; LAUGENI, 2005; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Partindo dessa premissa de equilibrar a quantidade de suprimentos com a demanda, o MRP é uma ferramenta que possibilita essa estimativa futura para estabelecer o quanto e quando de matérias primas serão necessárias para a fabricação do produto, obedecendo a uma lógica de programação para trás (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Portanto, o PCP aplicado com a utilização do MRP tem o intuito de calcular a quantidade necessária de insumos para produzir a demanda, realizando uma programação e controle dos estoques para que os processos não sejam interrompidos, gerando informações para a tomada de decisão de quanto e quando produzir (MARTINS; LAUGENI, 2005).

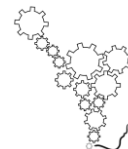


As justificativas para a realização do projeto pautam de acordo com a relevância do tema abordado e como ela pode ajudar a empresa a ter uma melhora de desempenho ou até mesmo a um diferencial competitivo, tendo como benefício, por exemplo, a melhor gestão de suprimentos em equilíbrio com a demanda, pela aplicabilidade da ferramenta MRP (CORRÊA; CORRÊA, 2012; TUBINO, 2009).

A aplicação do MRP busca possibilitar o cálculo de quantidade necessária de *inputs* em *outputs*, ou seja, é determinar um planejamento das necessidades de materiais para poder produzir, relacionando o atendimento da demanda dependente que decorre da demanda independente. Sendo importante para estabelecimento de custos, instrumento de planejamento e tomada de decisões gerenciais (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010; MARTINS; LAUGENI, 2005).

A pesquisa teve como objetivo aplicar os conceitos de PCP utilizando a ferramenta MRP para auxiliar a identificação da necessidade de materiais para a produção, de modo a auxiliar a tomada de decisão para as etapas do processo produtivo; identificar a atual situação da gestão de materiais e de como é realizada a programação da produção, para aplicar o MRP e estabelecer o cálculo da quantidade de suprimentos para cada produto e estabelecer as ordens de compra de cada matéria prima. A metodologia utilizada é o estudo de caso único empregada em uma empresa do setor de Pré Moldados de Concreto.

O texto está dividido em cinco partes, iniciando com a introdução, relatando brevemente a abordagem do uso do PCP nas empresas por meio da ferramenta MRP, seguido do desenvolvimento, que traz um referencial teórico para o estudo, estando dividido em três seções: Sistema Produtivo, Planejamento Controle da Produção e MRP, na qual são apresentadas, respectivamente, suas principais referências. Na sequência são tratados os aspectos metodológicos utilizados para o estudo, no terceiro capítulo. Posteriormente, os resultados e discussões, divididos em três partes: a caracterização do objeto de estudo, relação da demanda de produção com a demanda de materiais e a aplicação do MRP. Por fim, as considerações finais e as sugestões para trabalhos futuros.



## 2 A PRODUÇÃO, O PCP E O MRP

Essa seção mostra a literatura dos conceitos abordados no projeto, iniciando sobre o sistema produtivo, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) e a utilização da ferramenta MRP, com suas definições de acordo com a literatura.

### 2.1 SISTEMA PRODUTIVO

Para um entendimento de como é realizado um PCP, temos um conceito que antecede ele denominado de Sistema Produtivo (SP), processo que transforma a matéria prima (*inputs*) em produtos acabados (*outputs*) ou serviços, que sejam úteis para os clientes, que depende principalmente de prazos e de ações para realizar a transformação dos processos (TUBINO, 2009; BEZERRA, 2013).

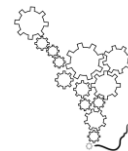
Um SP é uma relação que envolve os aspectos humanos, físicos, procedimentos gerenciais e equipamentos, que interagidos são projetados para gerar um produto final, superando os gastos para a sua fabricação, cumprindo os objetivos de desempenho ou um processo da organização (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Portanto, todo tipo de serviço ou produto passa por um SP, dependendo do objetivo que deve ser atingido (sendo eficaz); dos recursos a serem utilizados da melhor forma e sem desperdícios (eficiente) ou, efetivo, realizando os processos de forma eficaz e eficiente. Todas essas ações podem depender da demanda que o cliente deseja, sendo essa orientada à produção, ou em massa, não dependendo da influência dos consumidores nas decisões (CHIAVENATO, 2015).

Tendo compreendido o conceito de SP, podem-se buscar definições mais abrangentes sobre os mecanismos utilizados para gerir o mesmo processo, tais como o planejamento e controle da produção.

### 2.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Para o cumprimento dos objetivos e planos estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional, a fim de atender aos recursos necessários para a produção de um produto ou serviço, o PCP é responsável pela execução de todas essas atividades, para definir quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem e/ou onde e/ou como



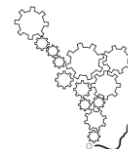
produzir, decisões que dependem dos prazos (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Definição que os seguintes autores abordam de modo parelho, para definir os horizontes de produção e delimitar os prazos do PCP (TUBINO, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), os prazos estabelecidos pelo PCP são divididos da seguinte forma: longo prazo, médio prazo e curto prazo. Em longo prazo é uma parte complementar do médio prazo, é a parte estratégica que depende da previsão futura que a organização quer atingir, é analisar como que a empresa trabalhará com sua capacidade produtiva para atender seus clientes de modo planejado (TUBINO, 2009). A decisão ocorre por meio do plano de produção estabelecendo os recursos físicos e financeiros que ela precisará e necessitará para atender seu desempenho estipulado futuramente (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Já em relação no médio prazo, trabalha-se com o planejamento da produção, com o objetivo de compreender a demanda advinda de previsões para estabelecer o tipo e a quantidade de produtos necessários nos períodos do plano. O conhecimento da demanda é a parte fundamental para formular táticas operacionais mais eficientes, para nortear o planejamento agregado da produção e utilizar de forma eficaz os recursos para a elaboração do produto em previsões de vendas ou pedidos já negociados com os clientes (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Por fim o curto prazo, o controle da produção é responsável por regular o planejamento, a coordenação e controle do processo de acordo com o fluxo de materiais para a execução da produção, fornecendo as informações necessárias para realizar o acompanhamento das atividades realizadas (CHICHOS; AURICH; 2015), sendo necessário ter um controle de estoque de entrada e saída dos materiais, para planejar a programação da produção e atender a demanda dos clientes, acontecendo no nível operacional (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Ademais, o PCP é responsável em gerenciar as atividades previstas para a realização da operação produtiva, levando em consideração as demandas dos consumidores. De modo geral, é a parte encarregada da administração relacionada ao planejamento, para que os suprimentos e as demandas estejam em equilíbrio para a realização da produção, de modo a diminuir os desperdícios ocasionados pelo planejamento errôneo, tendo um papel importante na melhoria continua dos recursos (RODRIGUEZ; COSTA; DO CARMO, 2013; MANIKAS; GUPTA; BOYD, 2015).



Portanto, o PCP é a parte constituinte de todo o planejamento e sequenciamento de um SP, programando e controlando os materiais, métodos e tempos operacionais. Etapas que estão intimamente ligados com a demanda dos clientes e com todos os setores da empresa, no cumprimento das metas e dos objetivos que a organização almeja (CORRÊA; CORRÊA, 2012; DE SOUZA *et.al.*, 2014).

Diante dessa abordagem de processamento de informações para tornar o PCP mais eficiente, foram criadas ferramentas que transformassem os dados de maneira mais precisa e assertiva para ter respostas adequadas de acordo com a necessidade dos clientes. Nesse contexto, o MRP é um sistema que possibilita um equilíbrio entre o suprimento e a demanda, que será abordado no tópico seguinte.

### 2.3 MRP (MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING)

A ferramenta MRP tem como lógica a realização do cálculo das necessidades de materiais para a produção, sendo um sistema de planejamento que tem como objetivo de integrar a necessidade de materiais e de capacidade, surgida nas décadas de 60 e 70, que envolve os conceitos de demanda dependente, sendo projetada a partir da demanda independente (GIROTTI; MESQUITA, 2016; OLHAGER, 2013).

Uma demanda dependente é relacionada à demanda de outro item ou produto que existe em estoque, em contrapartida, a demanda independente é aquela que não está intimamente relacionada com nenhum item em estoque. Ou seja, os materiais e os componentes para a fabricação de um produto, são itens que compõe a demanda dependente, já o produto final, caracteriza pela demanda independente, pois a demanda é dada pelo mercado e não por outro produto, os seguintes autores explicam dessa forma (MARTINS; LAUGENI, 2005; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Para a realização do MRP, necessita de alguns dados de entradas que podem ser visualizados no quadro 1.



QUADRO 1 - PARÂMETROS DE ENTRADA DO MRP

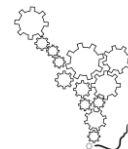
DADOS DE ENTRADA	ESPECIFICAÇÃO
Programa Mestre de Produção	Especifica às quantidades e datas de entrega dos produtos com demanda independente.
Lista de materiais	Lista que compõe os componentes que são necessários para a fabricação.
Controle de Estoque	Fornecer a posição de estoque de cada item.
Cadastro dos Itens	Apresentar os dados, como o código, descrição, os fornecedores, unidades de medida, prazo de entrega.

FONTE: GIROTTI E MESQUITA (2016) (Adaptado)

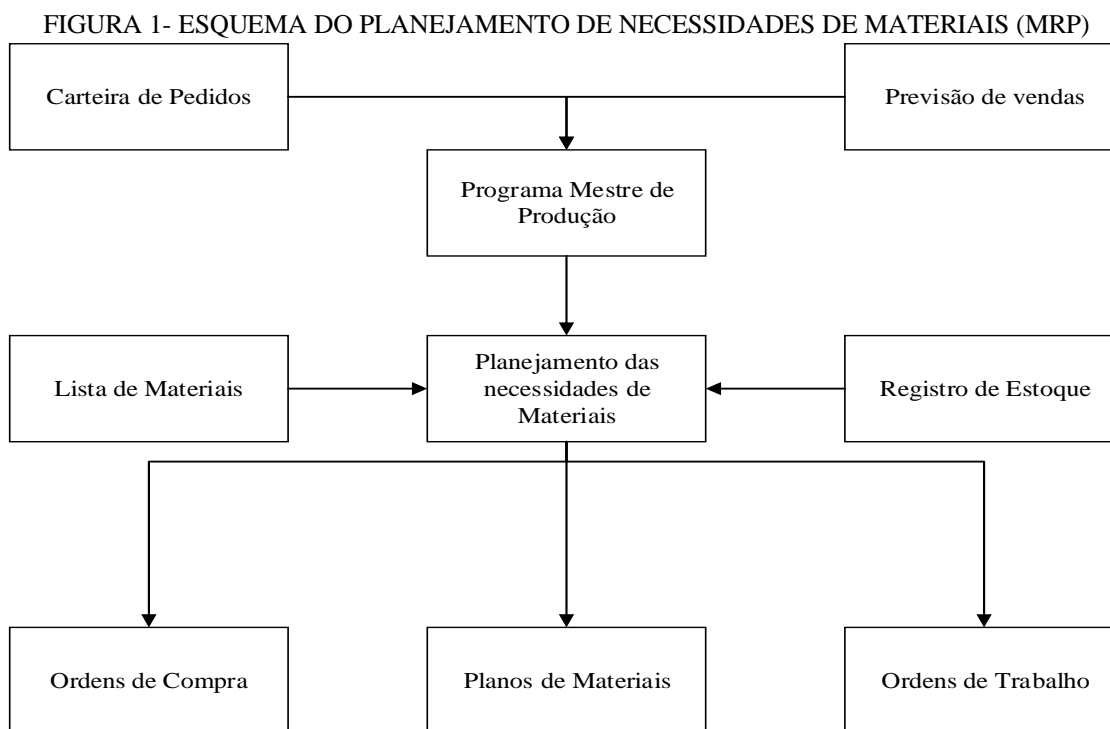
Esses parâmetros de entrada de acordo também com Martins e Laugeni (2005) são fundamentais para a execução de um MPR, pois para a elaboração correta de um programa mestre de produção, utilizando os dados da lista de materiais e registro de estoque, aplicadas corretamente, auxilia o processamento das informações para realizar o cálculo da necessidade de materiais de forma eficiente, colaborando para que as decisões funcionais da organização ocorram com fluidez, estabelecendo a quantidade e o prazo para entregar o produto final, os seguintes autores retratam de forma equivalente esses parâmetros (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010; MILNE; MAHAPATRA; WANG, 2015).

Além dos dados de entrada, é preciso definir alguns parâmetros para o andamento do MRP, como a definição do tamanho do lote, o estoque de segurança e o *lead time*. Para o tamanho do lote, segundo Fernandes e Godinho Filho (2010) deve levar em consideração o custo de preparação, custo de estocagem, custo de variação de carga e custo de ociosidade. Fatores que determinam o tamanho do lote que será vantajoso para a empresa (OLHAGER, 2013).

Em relação ao estoque de segurança, é necessário para diminuir as oscilações de quantidade da demanda e do suprimento, pois um estoque de materiais assegura a continuação da produção e a entrega do produto. Por fim, o *lead time* composto pelo tempo da ordem de produção, tempo de transporte, tempo de fila, tempo de preparação e tempo de inspeções, é determinante para calcular o prazo de entrega e a estratégia de ambiente (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).



Além do mais, para exemplificar as informações para processar o MRP, é fundamental conhecer os itens e os componentes para a realização do produto e o tempo para obtê-los. Assim, tendo o gerenciamento da quantidade e do tempo para produzir, torna-se possível realizar a produção sem que haja falta e atraso para a entrega do produto final. Podendo ser observado na figura 1, o esquema de planejamento do MRP (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

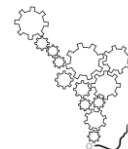


FONTE: Slack; Chambers; Johnston (2009)

Portanto, o MRP pela sua estrutura de planejamento, ele parte do produto final, para realizar o cálculo da necessidade de materiais futura estendendo item a item até o estabelecimento da quantidade exata dos componentes para a realização do produto, sendo considerada uma lógica de programação para trás (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; MANIKAS; GUPTA; BOYD, 2015).

O cálculo do MRP é realizado segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), utilizando a seguinte fórmula:





$$NL = ED - ES - NB + RP \quad (1)$$

Onde:

NL = Necessidade Líquida: representa a quantidade exata do item para produzir no período;

RP = Recebimentos programados: a quantidade do item chegado e disponível no estoque;

ED = Estoque disponível: quantidade do item disponível em cada final de período;

NB = Necessidade Bruta: quantidade do item disponível no período determinado futuramente;

PL= Produção em lotes: libera a quantidade de itens para produzir de acordo com o lote estabelecido.

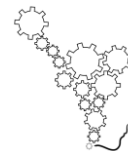
## 2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma organização do setor de pré-moldados de concreto fundada em 2008, localizada na cidade de Itabira – MG. A empresa conta com auxílio de 10 operadores que produzem cerca de 57 tipos de produtos distintos. Com base no levantamento de demanda dos produtos, escolheu-se a família dos blocos que representam maior importância no faturamento e a do unistein, por no momento do estudo, ter tido uma demanda puxada de grande quantidade.

A metodologia empregada para a realização do projeto é exploratório, para validar os objetivos que conduzem o projeto e testar os instrumentos e procedimentos para analisar a aplicação da ferramenta utilizada. Foi aplicada a pesquisa – ação, associada com uma ação ou com a resolução de algum problema, de modo que os responsáveis pela execução do projeto estão participando da situação analisada ou cooperando para solucioná-la (THIOLLENT, 2005).

Segundo Thiollent (2005), a caracterização da pesquisa – ação é quando realmente houver uma ação por parte das pessoas no problema levantado, e os pesquisadores tem que agir ativamente na resolução dos problemas encontrados, por meio do acompanhamento, observações e na avaliação para resolver as questões levantadas.

Definido a estratégia dos procedimentos de estudo, o próximo passo foi definir a abordagem do problema. Para esta pesquisa, foi utilizado a quantitativa, referindo-se a tudo que pode ser mensurável, traduzido a números. De forma que a análise dos dados coletados por meio de visitas ao local, observações e entrevista com os responsáveis, para



que as informações processadas possam ser transformadas com auxílio de recursos e ferramentas para análise (CRESWELL; PLANO CLARK, 2007).

A coleta de dados foi realizada por meio de observações *in loco* e entrevistas não estruturadas, durante o período de trabalho dos operadores e com o proprietário. As demais informações necessárias para aplicação da ferramenta foram obtidas com a aplicação do controle de estoque e da demanda levantada dos produtos.

Nessa investigação, os dados analisados são de acordo com o levantamento das informações realizadas na empresa, para converter em dados que podem ser aplicados na ferramenta MRP desenvolvida no software Microsoft Excel, gerando uma análise a cerca da demanda e da quantidade de matéria prima que são necessárias para o processo de fabricação dos blocos de concreto.

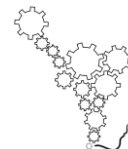
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização do estudo, delimitaram-se alguns objetivos que nortearam o desenvolvimento do projeto, o cumprimento dos levantamentos e análises. Este capítulo se subdivide em três seções, cada uma buscando responder um objetivo específico do estudo. Assim, busca-se, caracteriza a empresa estudada, o levantamento da demanda de produção com a demanda de materiais, e apresentar a forma que a ferramenta do MRP foi aplicada e os resultados alcançados nesta aplicação.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O estudo de caso foi elaborado em uma empresa do setor de Pré-moldados de concreto localizados na cidade de Itabira – MG, tendo sua estrutura montada em 2008 com sua produção realizada manualmente. A empresa cresceu, e hoje possuiu maquinário para produzir em alto desempenho. Na região é uma das referências para fornecer os blocos de concreto.

A organização possui um mix de 57 tipos de produtos, porém todos possuem a mesma matéria prima para a sua composição final, composta por areia, pó de pedra, brita, cimento e água. Para a fabricação de qualquer produto, a máquina é alimentada com suas matérias primas, misturando-se todas até formular a massa, em seguida é transportada para a prensa, na qual o modelo a ser fabricado será de acordo com a matriz estabelecida.



A máquina produz por ciclo, cada ciclo tem a duração de 25 segundos, e a quantidade varia conforme o item que está sendo produzido.

Porém, todo o processo de fabricação e a parte administrativa não possuem um planejamento e controle de informações. A situação encontrada é que a produção acontecia de acordo com que o proprietário da empresa estabelecia, gerando a perda de tempo ao trocar a matriz e consequentemente o tempo para produzir, às vezes a perda de venda, pois priorizava alguns clientes e deixava de atender outros, e deixava que alguns produtos que são o carro chefe da empresa, por exemplo, a família de blocos, sem o estoque de segurança.

O processo de estoque funcionava da seguinte maneira: a cada venda a pessoa responsável tinha que se deslocar até o pátio e contar a quantidade de itens referente ao produto que estava sendo negociado, após a verificação, retornavam para o cliente e relatava se tinha ou não disponível, não possuindo um controle de estoque para facilitar a venda.

### 3.2 RELAÇÃO DA DEMANDA DE PRODUÇÃO E DE MATERIAIS

Para aplicar a metodologia, identificaram-se os principais problemas da organização, e estabeleceu um sequenciamento para a coleta de dados para posteriormente colaborar para a aplicação do MRP, utilizando-se um controle de estoque de todos os produtos, determinando a quantidade do produto que foi produzida e a saída dele por dia.

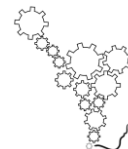


FIGURA 2- CONTROLE DE ESTOQUE

REGISTRO DE ENTRADAS E SAÍDAS DO ESTOQUE - 180 DIAS				FIGURA 2 - CONTROLE DE ESTOQUE													
ITEM	CÓDIGO	SALDO ANTERIOR	SALDO ATUAL	REGISTRO	seg 19	ter 20	qua 21	qui 22	sex 23	sáb 24	dom 25	seg 26	ter 27	qua 28	qui 29	sex 30	OUT/16 01
1	BLOCO.00	957	905	ENTRADA													
				SAÍDA			501	100				410		140	560	150	30
2	BLOCO.015.vz	30	0	ENTRADA													
				SAÍDA													
3	BLOCO.015.CF	275	0	ENTRADA			1250										
				SAÍDA						550		120		75	140	300	
4	BLOCO.020.vz	922	0	ENTRADA													
				SAÍDA	350		300	800	40				150	297			
5	BLOCO.020.CF	279	0	ENTRADA													
				SAÍDA										11			
6	BLOQUETE SEXT. 06	71,12	56,12	ENTRADA													
				SAÍDA		15											
7	BLOQUETE SEXT. 08	43,41	116,41	ENTRADA					78			78	69,41				
				SAÍDA		170	100	33				35		74			
8	BLOQUETE SEXT. 30x30	25,83	24,08	ENTRADA													
				SAÍDA										1,75			
9	BLOQUETE UNIST. 08	83,44	370,41	ENTRADA				65,2	122						72,9		230,5
				SAÍDA								75	44,11		83,52		

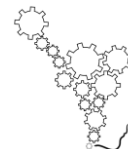
FONTE: O autor (2018)

O controle de estoque estabelecido funciona seguindo as etapas: na coluna dos códigos acrescenta o nome do produto, na coluna do saldo anterior os itens que já possuem no estoque; na coluna de registro possuem duas linhas, a de entrada, que corresponde aos itens fabricados, e a de saída, relativo aos itens que foram vendidos. Por fim, a coluna do saldo atual, que calcula a somatória do saldo anterior com os itens fabricados menos os itens que saíram.

A aplicação dos conceitos e da ferramenta baseou-se na família dos blocos que representam maior importância para a organização verificada pela demanda levantada e pelas informações coletadas dos proprietários, para alinhar com a produção de unistein, pois este item foi uma demanda puxada em grande quantidade oriunda de um acordo com uma construtora.

Estabelecendo a quantidade dos produtos fabricados e a saída deles, e considerando a demanda de unidades já vendidas do unistein é possível estimar o estoque de segurança para cada item e a demanda deles, favorecendo uma melhor gestão dos mesmos e a fluidez de venda.

Embora fosse mantido estoque dos blocos quando produzia em alto volume, a empresa não estabelecia, para nenhum produto, o cálculo de estoque de segurança. No projeto, delimitou-se a realização do estoque de segurança para a família de blocos, compondo os itens de frequência maior de demanda, de modo a alinhar a produção destes



com a do unistein, de alta demanda ocasionada de um contrato estabelecido por uma construtora. O cálculo é realizado com a fórmula:

$$ES = FS \times \sqrt{\sigma d^2 \times t + \sigma t^2 \times d^2} \quad (2)$$

Onde:

ES = Estoque de segurança;  
FS = Fator de segurança;  
 $\sigma d^2$  = Desvio padrão da demanda;  
t = Tempo médio de entrega;  
 $\sigma t^2$  = Desvio padrão do tempo médio de entrega;  
d = Demanda média.

Realizando os cálculos para os blocos 010, blocos 015 e dos blocos 020, temos os seguintes estoques de segurança como mostra a tabela 1.

TABELA 1 – ESTOQUE DE SEGURANÇA DOS BLOCOS

TIPO	FS	$\sigma d^2$	t	$\sigma t^2$	d	ES
Bloco 010	80%	207,7	7	0	265,2	462,49
Bloco 015	80%	175,02	7	0	119,3	389,72
Bloco 020	80%	266,37	7	0	368,85	593,14

FONTE: O autor (2018)

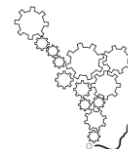
Portanto, a empresa necessitará ter em estoque de segurança 463 unidades do bloco 010, 390 unidades do bloco 015 e 594 unidades do bloco 020. O cálculo dos estoques possibilita estabelecer uma relação com a capacidade produzida da empresa com a demanda levantada dos unistein, para intercalar a produção dos blocos com a do unistein, estabelecendo uma programação que viabiliza a produção de ambos os produtos, considerando a limitação dos recursos e baseando na demanda levantada proporcional as vendas dos blocos.

O próximo passo foi determinar a composição de cada item, para auxiliar o cálculo da necessidade de materiais da família dos blocos para facilitar a aplicação do MRP, a tabela 2 retrata a quantidade de cada matéria prima por traço dos produtos, sendo que cada traço produz uma quantidade de itens de acordo com o produto produzido.

TABELA 2- COMPOSIÇÃO DOS PRODUTOS

TIPO	AREIA (Kg)	PÓ DE PEDRA (Kg)	BRITA (Kg)	CIMENTO (Kg)	ÁGUA (L)
Bloco 010	130	300	140	45	29
Bloco 015	160	220	80	40	21
Bloco 020	150	200	70	40	25
Unistein	150	150	60	60	19

FONTE: O autor (2018)



O cálculo para estabelecer a quantidade de matéria prima de cada produto unitário, é dividir a quantidade de produtos que fornece por traço pela quantidade de matéria prima usada no traço, conforme a tabela 3.

TABELA 3- COMPOSIÇÃO UNITÁRIA

TIPO	PÇS POR TRAÇO	AREIA (Kg)	PÓ DE PEDRA (Kg)	BRITA (Kg)	CIMENTO (Kg)
Bloco 010	62	2,10	4,84	2,26	0,73
Bloco 015	52	3,08	4,07	1,48	0,74
Bloco 020	45	3,33	4,44	1,56	0,89
Unistein	98	1,53	1,53	0,61	0,61

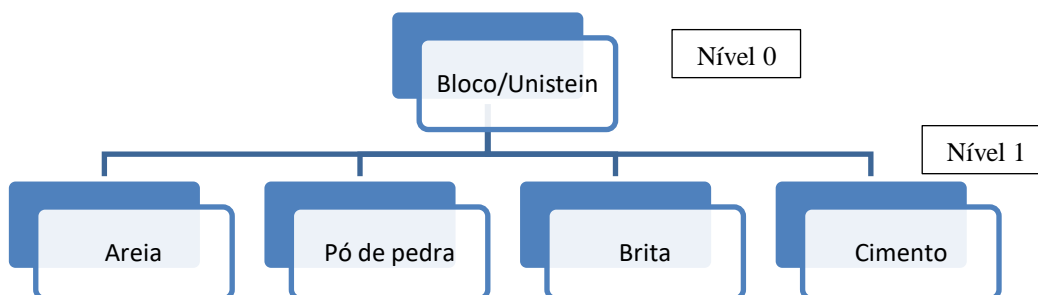
FONTE: O autor (2018)

### 3.3 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA MRP

Após essa análise parcial e das informações coletadas, desenvolveu-se a aplicação da ferramenta MRP que possibilita esse cálculo da necessidade de matérias partindo do produto final, estabelecendo a quantidade de cada matéria prima para a produção do produto desejado.

O passo subsequente foi montar a estrutura analítica do produto, sendo o bloco e o unistein considerado a demanda independente, não dependendo de nenhum outro item apenas do mercado, classificado de nível 0, e os itens que o compõe: areia, pó de pedra, brita e cimento, como demanda dependente, pois uma depende da outra para gerar o produto final, classificados em nível 1.

FIGURA 3- ESTRUTURA ANALÍTICA



FONTE: O autor (2018)

A estrutura analítica do produto é importante para estabelecer os itens que são dependentes para elaboração do produto final, auxiliando para a elaboração da lista de matérias de cada componente e a quantidade para sua confecção.

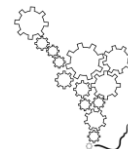


TABELA 4- LISTA DE MATERIAIS

TIPO	NÍVEL	UNIDADE	PRAZO	REQUISIÇÃO	FORNECEDOR INTERNO	FORNECEDOR EXTERNO
Bloco/Unistein	0	Peça	7 dias	LL	X	
Areia	1	Kg	1 dia	M1000		X
Pó de Pedra	1	Kg	1 dia	M1000		X
Brita	1	Kg	1 dia	M1000		X
Cimento	1	Kg	1 dia	M1000		X

FONTE: O autor (2018)

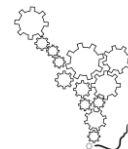
A lista de materiais é utilizada para estabelecer a ordem de cada item dependente e independente e estabelecer os níveis de acordo com sua estrutura analítica, a unidade de medida, para os blocos e do unistein sendo por peça, e para os demais materiais calculados por quilo. O tempo de entrega ou *lead time* varia de acordo com sua classificação, para os de nível 0 é de 3 dias para a cura do material e a proposta de comercialização é semanal, e os demais sendo de 1 dia para aquisição da matéria prima, exceto o cimento, que demora 3 dias para o recebimento.

Para quantidade requisitada vai variar para os de nível 0 considerando unitariamente, pois a comercialização é unitária e a produção é interna. Para as matérias primas a quantidade é solicitada em múltiplos de 1000, variando conforme a programação dos produtos no nível 0, pois a compra só é efetuada com carga superior a 1000 quilos e os fornecedores são todos externos, dados fornecidos pelo proprietário da empresa.

Tendo as informações tais como o controle de estoque, a lista de materiais e a estrutura analítica, são parâmetros que em conjunto geram as informações para formular o cálculo do MRP, considerando a necessidade bruta, os recebimentos programados, o estoque disponível, a necessidade líquida, o tamanho de lote para produzir e por fim as ordens de liberação.

A mecânica do MRP funciona seguindo a lógica: primeiro, recebem-se as necessidades brutas (NB) dos itens independentes (nível 0) e são repassados para os itens subsequentes que são dependentes, representados pelo nível 1. Antes da realização do cálculo, verificam-se os estoques disponíveis e os recebimentos programados. Realizado essa análise, efetua-se o cálculo aplicando a fórmula (1).

Esse cálculo servirá para estabelecer a liberação de ordem de acordo com a necessidade recebida, estabelecendo a necessidade líquida de produção e gerando as



ordens de compra de cada componente que compõe o produto final, para cumprir os prazos estabelecidos de fabricação e de entrega.

Na empresa aplicada, acompanhou-se o registro de 12 semanas de produção, verificando a demanda da família dos blocos e da grande demanda do bloquete unistein oriunda de um contrato estabelecido com uma construtora. Essa demanda chegou a partir do período da semana 4, tendo que alinhar a produção da família dos blocos que são os produtos que tem a maior saída e representam os itens de maior importância com a produção do unistein, por ser uma demanda muito alta, foi vantajosa para o proprietário atendê-la.

Aplicando a ferramenta para a família dos blocos de modo a atender a demanda dos unistein, pode-se verificar o planejamento da produção de acordo com a figura 4.

FIGURA 4- MRP DA FAMÍLIA DOS BLOCOS

BLOCOS			20	10	20	15	20	10	20	15	20	10	20	15
Item:	BLOCOS		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
	NB		2655	1972	2655	988	2655	1992	2655	988	2655	1992	2655	988
Lote:	1	RP												
Lead Time:	7 dias	ED	0	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490
ES:	490	NL		3145	1972	2655	988	2655	1992	2655	988	2655	1992	2655
	PL			3145	1972	2655	988	2655	1992	2655	988	2655	1992	2655
Unid. Multiplas	LO	3145	1972	2655	988	2655	1992	2655	988	2655	1992	2655	988	

FONTE: O autor (2018)

De acordo com a Figura 4 e com a demanda levantada das vendas dos blocos, verificou-se que os blocos 020 são os que possuem maior saída, tendo uma média de 1326 blocos por semana, os blocos 010, 493 por semana e os blocos 015, 247 por semana, informações coletadas e levantadas em um período de 7 semanas. Esses dados possibilitou intercalar a produção de blocos semanalmente para atender a produção de outros itens e para que não faltassem em estoque, o pedido gerado com 1 semana de antecedência, equilibrando com a capacidade produtiva. Dessa forma, a proporcionalidade de produção das peças (Unisteim-020-015-010) seria: 16:2: 1:1.

Para a programação dos unistein o planejamento iniciou-se na semana 4, estabelecendo um prazo de 5 semanas para atender a demanda do cliente formulada em contrato, de modo a equilibrar com a capacidade da empresa e dos recursos limitados, mantendo um fluxo de produção em paralelo com outros itens, conforme mostra a figura 5.



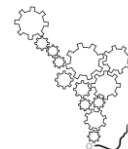


FIGURA 5- MRP DOS UNISTEIN

Item:	UNISTEIN		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
	NB					23520	31360	31360	31360	28600				
Lote:	1	RP												
Lead Time:	7 dias	ED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES:	0	NL		0	0	0	23520	31360	31360	31360	28600	0	0	0
	PL		0	0	0	23520	31360	31360	31360	28600	0	0	0	0
Unid. Múltiplas	LO					23520	31360	31360	31360	28600				

FONTE: O autor (2018)

Como a produção dos unistein deveria ser em grande escala, estabeleceu que a produção fosse em 3 dias, com capacidade máxima de 7840 bloquetes. Atingindo a produção, a matriz era trocada para a fabricação de blocos, atendendo a programação máxima de acordo com a demanda levantada semanalmente, podendo variar de 1 a 2 dias de produção. O raciocínio empregado foi para que o gestor reduzisse o tempo de *setup* da máquina ao trocar as matrizes, possibilitando ter um tempo maior trocando apenas uma vez na semana, ganhando cerca de 8 horas para produzir.

A Figura 5 mostra a programação para os unistein de modo que a produção finalizasse em 5 semanas, adequando com a demanda da família dos blocos, pois são os itens que representam maior importância para o faturamento da empresa e não poderia deixar de produzir para atender a uma demanda puxada.

Determinando a quantidade que é necessária para produzir blocos e unistein, a próxima etapa foi determinar a quantidade de matéria prima. Tal levantamento está apresentado na figura 6.

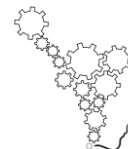


FIGURA 6- MRP DAS MATÉRIAS PRIMAS

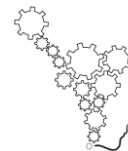
Item:	Areia		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
		NB	6566,8	5575,5	39275,6	56158,2	54614,2	53556,3	47048	8177,4	6633,4	5575,5	3290	
Lote:	1000	RP												
L.T:	1 dia	ED	433,2	857,7	582,1	423,9	809,7	253,4	205,4	28	394,6	819,1	529,1	529,1
ES:	0	NL	6566,8	5142,3	38417,9	55576,1	54190,3	52746,6	46794,6	7972	6605,4	5180,9	2470,9	0
		PL	7000	6000	39000	56000	55000	53000	47000	8000	7000	6000	3000	0
U.M:		LO	7000	6000	39000	56000	55000	53000	47000	8000	7000	6000	3000	
Item:	Pó		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
		NB	8676,8	12850,2	40332,8	58786,7	56745,6	60831	48105,2	10805,9	8764,8	12850,2	4347,2	
Lote:	1000	RP												
L.T:	1 dia	ED	323,2	473	140,2	353,5	607,9	776,9	671,7	865,9	101,1	250,9	903,7	903,7
ES:	0	NL	8676,8	12527	39859,8	58646,5	56392,1	60223,1	47328,3	10134,1	7898,9	12749,1	4096,3	0
		PL	9000	13000	40000	59000	57000	61000	48000	11000	8000	13000	5000	0
U.M:		LO	9000	13000	40000	59000	57000	61000	48000	11000	8000	13000	5000	0
Item:	Brita		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
		NB	3076,3	6000,3	15888,5	23059	22237,1	25129,9	18987,3	3929,4	3107,5	6000,3	1541,3	
Lote:	1000	RP												
L.T:	1 dia	ED	923,7	923,4	34,9	975,9	738,8	608,9	621,6	692,2	584,7	584,4	43,1	43,1
ES:	0	NL	3076,3	5076,6	14965,1	23024,1	21261,2	24391,1	18378,4	3307,8	2415,3	5415,6	956,9	0
		PL	4000	6000	15000	24000	22000	25000	19000	4000	3000	6000	1000	0
U.M:		LO	4000	6000	15000	24000	22000	25000	19000	4000	3000	6000	1000	0
Item:	Cimento		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
		NB	1755,1	1938,2	15226,5	21094,3	20902,5	21067,8	18325,3	1964,7	1772,9	1938,2	879,3	
Lote:	1000	RP												
L.T:	3 dias	ED	244,9	306,8	80,3	986	83,5	15,7	690,4	725,7	952,8	14,7	135,4	135,4
ES:	0	NL	1755,1	1693,2	14919,8	21014,1	19916,5	20984,3	18309,6	1274,3	1047,2	985,3	864,6	0
		PL	2000	2000	15000	22000	20000	21000	19000	2000	2000	1000	1000	0
U.M:		LO	2000	2000	15000	22000	20000	21000	19000	2000	2000	1000	1000	0

FONTE: O autor (2018)

A figura 6 mostra a variação de quantidade de cada matéria prima semanalmente, significando a proporcionalidade utilizada de material na confecção do produto a ser produzido. A liberação de ordem final é a soma da multiplicação da quantidade unitária de cada produto dos blocos específico mais a do unistein. Após a conclusão da fabricação dos unistein, manteve-se a proporcionalidade dos blocos para poder considerar a fabricação de outros produtos do mix, mantendo a fluidez de matéria prima e da produção.

Por fim, o cálculo do MRP das matérias primas possibilita que a empresa tenha uma melhora no processo produtivo, pois a ferramenta determina a quantidade precisa de cada componente para produzir o item final, considerando o prazo da entrega e o lote de compra, sendo esses múltiplos de 1000, gerando um arredondamento para cima do valor líquido utilizado.

Comparando os valores anteriores e com os resultados obtidos depois da aplicação da ferramenta e realizada as modificações necessárias do processo, atingiu um aumento de 23% na produção, concluindo que a aplicação da ferramenta trouxe melhorias significativas para a empresa diminuindo as interrupções no processo produtivo por falta de matéria prima.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo, o objetivo principal foi aplicar os conceitos de PCP utilizando a ferramenta MRP para auxiliar a identificação da necessidade de materiais para a produção, de modo a auxiliar a tomada de decisão para as etapas do processo produtivo, de modo que equilibrasse a demanda de produção com a demanda de matérias.

A utilização do MRP trouxe ganhos significativos para a organização, pois a implementação do cálculo da necessidade de materiais auxiliou o gestor a realizar um planejamento de quanto e quando produzir seus principais produtos, de modo que a produção começou a ocorrer com fluidez. A falta de matéria prima que antes acontecia, deixou de acontecer, começou a atender seus clientes com o prazo determinado sem atraso e os desperdícios e retrabalhos diminuíram.

Portanto, a eficácia da utilização de um sistema de MRP para uma pequena empresa do setor de Pré Moldados de Concreto foi um diferencial competitivo, auxiliando a tomada de decisão para estabelecer o que produzir e quando produzir, assegurando que a produção não tivesse interrupções por falta de matéria prima, já que a ferramenta assegurou a quantidade precisa para produzir a quantidade de itens desejados, o custo exato de cada produto garantindo a competitividade no preço de venda e a confiabilidade de seus produtos pela qualidade fornecida.

Para trabalho futuros, é recomendado que o gestor aplique para todo o mix de produtos, assim, garantirá uma gestão e planejamento da necessidade de materiais na organização, pois após o término da demanda do unistein, manteve-se a proporcionalidade para produzir os blocos de modo a equilibrar com os outros itens, porém, inviabilizou a ideias de diminuição das trocas de matrizes para diminuir o *setup* da máquina.

#### REFERÊNCIAS

- BEZERRA, C. A. **Técnicas de planejamento, programação e controle da produção: aplicações em planilhas eletrônicas.** Curitiba: Intersaberes, 2013.
- CICHOS, D.; AURICH, J. **Support of engineering changes in manufacturing systems by production planning and control methods.** Angenommen bei 48th CIRP Conference on Manufacturing Systems , pp. 165-170, 2015.



- CHIAVENATO, I. **Administração: teoria, processo e prática**. 5. Ed. Barueri, SP: Manole, 2015.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2012.
- CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research**. California, Sage Publications, 2007.
- DE SOUSA, T. B.; CAMPAROTTI, C. E. S.; GUERRINI, F. M.; SILVA, A. L.; JÚNIOR, W. A. An **overview of the advanced planning and scheduling systems**. Independent Journal of Management & Production, v. 5, n. 4, p. 1032-1049, 2014.
- FERNANDES, F. C.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GIROTTI, L. J.; DE MESQUITA, M. A. **Simulação e estudos de caso no ensino de planejamento e controle da produção: um survey com professores da engenharia de produção**. Production, v. 26, n. 1, 176-189, 2016.
- MANIKAS, A.; GUPTA, M.; BOYD, L. **Experiential exercises with four production planning and control systems**. International Journal of Production Research, v.53, n. 14, p. 4206-4217, 2015.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MILNE, R. J.; MAHAPATRA, S.; WANG, C. **Optimizing planned lead times for enhancing performance of MRP systems**. International Journal of Production Economics, v. 167, 220-231, 2015.
- RODRIGUEZ, D. S.; COSTA, H. G.; DO CARMO, L. F. **Método de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil**. Gestão & Produção (UFSCAR, Impresso), v. 20, n.1, , 134-146, 2013.
- OLHAGER, J. **Evolution of operations planning and control: from production to supply chains**. International Journal of Production Research, v. 51, n. 23-24, p. 6836-6843, 2013.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14a. edição, São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2009.