



Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

Fatores Críticos na Implementação de um Sistema MRP II

Christian Caglioni

TCC-EP-22-2006

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

Fatores Críticos na Implementação de um Sistema MRP II

Christian Caglioni

TCC-EP-22-2006

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof. M.Sc. Daily Morales*

**Maringá - Paraná
2006**

Christian Caglioni

Fatores Críticos na Implementação de um Sistema MRP II

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. M.Sc. Daily Morales
Departamento de Informática, CTC

Prof. M.Sc. Carlos Antonio Pizo
Departamento de Informática, CTC

Maringá, novembro de 2006

RESUMO

O controle da produção em processos repetitivos exige que empresas dessa natureza se utilizem de sistemas de informação adequados para que possa obter bons resultados no desempenho de seu trabalho. O presente trabalho trata da implementação de um sistema gerencial capaz de otimizar o tempo de processo em empresas de grande porte, e tem como objetivo observar e discutir o desempenho da implementação de um sistema de informação desta natureza, baseado em MRP II, bem como o seu funcionamento e os principais pontos para seu desenvolvimento. Como metodologia foi então realizada uma revisão bibliográfica sobre o sistema MRP II, para expor os termos e tarefas usuais e necessárias para compreensão da linguagem a respeito do MRP para quem trabalha com este sistema. Conhecendo os principais assuntos envolvidos, foram abordados os pontos principais para a sua implementação e sua adequação aos respectivos objetivos, pontos estes como custos, treinamento de pessoal, e manutenção do sistema. Para finalizar foi realizado um breve estudo sobre o funcionamento, e histórico de implementação através de dados reais obtidos num estudo de caso único na empresa Noma do Brasil, setor de Metalurgia. Destacaram-se os pontos mais críticos, trabalhos que foram dispendiosos e fatores críticos para sua manutenção, concluindo-se então que muitas podem ser as vantagens a serem obtidas através de um esforço contínuo pelo avanço da informação e seus sistemas de controle, bem como o sucesso do sistema de informação implantado na empresa.

Palavras-chave: Gerenciamento. Informatização. Estoques. Otimização. Suprimentos. MRP.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	V
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 ORIGEM DO ESTUDO	1
1.2 MOTIVAÇÃO	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 HISTÓRICO.....	4
2.2 CARACTERIZAÇÃO DO MRP II.....	6
2.3 IMPLEMENTAÇÃO DO MRP II	7
2.4 MÓDULOS DO MRP II.....	8
2.5 PMP (PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO)	10
2.6 ORDENS PLANEJADAS.....	11
2.7 LOTES DE REPOSIÇÃO	12
2.8 ESTOQUES DE SEGURANÇA.....	13
3. PONTOS CRÍTICOS	14
3.1 CUSTOS	14
3.1.1 <i>Custos de treinamento</i>	14
3.1.2 <i>Custos de integração e testes</i>	14
3.1.3 <i>Custos das conversões de dados</i>	14
3.1.4 <i>Custos de horas com consultoria</i>	15
3.1.5 <i>Custos com pessoal</i>	15
3.2 RETORNOS DE INVESTIMENTOS	15
3.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA.....	16
3.4 FERRAMENTAS PARA CONVERSÃO	16
3.5 DOCUMENTAÇÃO.....	17
3.6 TREINAMENTO.....	18
3.7 AVALIAÇÃO.....	19
3.8 DEFICIÊNCIAS.....	19
4. ESTUDO DE CASO	21
4.1 HISTÓRICO DA EMPRESA	21
4.2 HISTÓRICO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO	21
4.3 IMPLEMENTAÇÃO	22
4.4 CONVERSÃO DOS DADOS	23
4.5 METODOLOGIA DA IMPLEMENTAÇÃO	24
4.6 ORGANIZAÇÃO DO SETOR PRODUTIVO	24
4.7 RECURSOS HUMANOS.....	25
4.8 TREINAMENTO.....	26

4.9	CUSTOS	29
4.10	MANUTENÇÃO	30
4.11	CONTRIBUIÇÃO PESSOAL.....	31
5.	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	34

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: INTER-RELAÇÕES ENTRE OS PRINCIPAIS MÓDULOS DE UM SISTEMA MRP II TÍPICO.....	9
FIGURA 2: ESQUEMA DO PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DOS MATERIAIS.....	10
FIGURA 3: CÁLCULO DAS NECESSIDADES LÍQUIDAS NO MRP II.....	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EDI	<i>Eletronic Data Interchange</i>
ERP	<i>Enterprise Resourcing Planning</i>
MRP I	<i>Material Requeriments Planning</i>
EPI's	Equipamentos de Proteção Individual
MRP II	<i>Material Resourcing Planning</i> ou Planejamento de Recursos de Manufatura
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PMP	Plano Mestre de Produção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
RH	Recursos Humanos
SAP's	Sistemas de Administração da Produção
SI	Sistema de Informação
TI	Tecnologia da Informação

1. INTRODUÇÃO

Qualquer processo que gera uma transformação em massa de um material irá necessitar de informações precisas para projeção de sua produção. A ferramenta atualmente utilizada na grande maioria das organizações para fazê-lo baseia-se no chamado *Material Resourcing Planning* (MRP II), ou Planejamento das Necessidades de Material, foco do estudo.

1.1 Origem do Estudo

A proposta partiu da necessidade de conduzir um estudo aprofundado como requisito necessário para obter o grau de engenheiro de produção.

Nos livros e conteúdos das matérias vistas em sala de aula estiveram presentes assuntos ligados ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) das empresas, e estes, por sua vez ligados ao sistema computacional. Em função das experiências adquiridas profissionalmente, observando as empresas e seu funcionamento, pôde-se perceber a importância desses sistemas computacionais.

Desta maneira analisou-se quais são estes sistemas e em que se baseiam. Notou-se que esta base estava em Sistemas de Administração da Produção (SAP's), que englobam as ferramentas *Material Requirements Planning* (MRP I), *Material Resourcing Planning* (MRP II), *Enterprise Resourcing Planning* (ERP), *Optimized Production Technology* (OPT), *Electronic Data Interchange* (EDI).

Dentre estes, percebeu-se que todos têm um vínculo direto com MRP II. Partiu-se deste fato para elaboração de um trabalho mais completo que englobasse amplamente seu processo de implementação.

1.2 Motivação

O MRP II é o sistema computacional utilizado pela grande maioria das empresas modernas, por este comportar diversos módulos integrados que beneficiam a empresa como um todo.

Nas empresas que ofereceram oportunidades de atuação, o trabalho realizado sempre esteve diretamente ligado aos sistemas computacionais, o que gerou um conceito amplo dos fatores críticos necessários para implementação do sistema MRP II e quesitos para seu funcionamento na prática.

Ao se observar a literatura existente acerca de MRP II, percebeu-se como o sistema funciona, como gera seus resultados através de cálculos obtidos da informação cadastrada, como pode otimizar os estoques e prazos de entrega dos produtos. Percebeu-se então que a união da prática com um estudo mais aprofundado sobre o assunto geraria os conhecimentos necessários para promover as tarefas executadas na empresa.

Foi observado que não se encontrava facilmente o sistema funcionando nas empresas de pleno acordo com o processo de fabricação, ou não comportando tudo o que este pode oferecer, e isto acontece por não serem observados alguns pontos críticos fundamentais que, tanto em sua implementação como na sua manutenção, são necessários.

A percepção de quanto a instituição pode estar perdendo com a dificuldade de adaptação do software com a produção baseou o estudo desenvolvido, na busca de identificar quais critérios tornam isto difícil, e observá-los. Motiva-se então estudar a melhor forma de conduzir uma implementação eficiente para aperfeiçoar e estender sua utilização, extraindo-se o máximo que o MRP II pode oferecer.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é observar e discutir o desempenho de implementação de um Sistema de Informação (SI) baseado em MRP II e seu funcionamento, destacando os principais pontos para seu desenvolvimento.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Elaborar e discutir uma revisão bibliográfica geral sobre a implementação de MRP II;
- b) Destacar os custos gerais da obtenção deste sistema;
- c) Examinar os pontos críticos existentes na implementação.

1.4 Estrutura do Trabalho

No Capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura, procurando-se relatar um breve histórico geral sobre o sistema, como surgiu e como evoluiu ao estágio em que hoje se encontra. Apresenta as características gerais do MRP II sem se aprofundar muito em seus cálculos, o que fugiria do escopo deste trabalho, através de uma revisão da literatura sobre os estudos já existentes acerca deste tema. Citam-se também como seus módulos se inter-relacionam, e os termos necessários para sua compreensão, que seriam os lotes de reposição, Plano Mestre de Produção (PMP), ordens planejadas e estoques de segurança.

O capítulo 3 apresenta o foco central voltado para sua pré-implementação, e os pontos para acompanhamento desta, os custos gerais que devem ser considerados, as ferramentas que podem ser utilizadas e fatores que devem ser executados para seu pleno funcionamento.

O capítulo 4 traz um estudo de caso único que aborda a implementação do sistema MRP II na empresa do setor metalúrgico Noma do Brasil S.A., destacando os obstáculos principais que foram encontrados no desenvolvimento do processo de implementação do sistema.

No capítulo 5 busca-se finalizar o estudo com uma breve conclusão a respeito do trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para o estudo sobre o sistema MRP II e todas suas funções é necessário caracterizar alguns termos específicos como módulos, Plano Mestre de Produção, ordens planejadas, lotes de reposição, os quais foram extraídos da literatura e devidamente fundamentados a seguir.

2.1 Histórico

Até meados dos anos 60, qualquer empresa que possuísse um parque fabril efetuava o planejamento e controle da produção, juntamente com os cálculos necessários das quantidades de materiais, as quais seriam efetuadas as compras, de acordo apenas com a quantidade em que eram consumidos e quanto havia disponível em estoque.

Nesta época, cálculos avançados de planejamento eram inviáveis devido à falta de equipamentos adequados para este fim. Com o aumento da capacidade de processamento de equipamentos, projetaram-se máquinas que calculavam, a partir dos pedidos em carteira, quanto a empresa iria necessitar de material para fabricar os produtos. Aí está o princípio mais básico do *Material Requirements Planning* (MRP) (CORRÊA, 1993).

Com o avanço dos computadores foi possível desenvolver cálculos cada vez mais sofisticados, envolvendo uma grande quantidade de abordagens nas mais diferentes áreas que comportam o complexo produtivo necessários para o Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Com um pouco mais de elaboração dos sistemas operacionais, constatou-se que o mesmo recurso poderia ser utilizado para o planejamento de outros recursos de produção, como as necessidades de mão-de-obra e equipamentos, e junto com estes a necessidade de maiores informações, como os centros produtivos, roteiros de produção, e taxas de consumo de recurso por item produzido.

O MRP, através dos anos, foi se adequando e evoluindo de acordo com a tecnologia disponível, através de softwares mais sofisticados e meios de produção que se desenvolviam e

geravam cada vez mais dados, os quais precisavam ser contabilizados em um período cada vez menor de tempo.

De acordo com Laurindo e Mesquita (2000):

Os primeiros sistemas de MRP surgiram quando equipamentos computacionais chamados de *main frames*, possuíam um processamento lento e limitado e constantemente apresentavam divergências entre a informação por ele gerada e a existente realmente, devido à dificuldade na alimentação dos dados.

Acerca da adequação do MRP às novas tecnologias, Laurindo e Mesquita (2000) comentam:

O MRP não se adequou unicamente às tecnologias novas desenvolvidas como também ao tipo de produção em que é aplicado. São basicamente três grupos: produção em larga escala classificadas como produção em massa, produção intermitente, e produção unitária. No primeiro grupo a velocidade da produção é definido pelo fluxo de itens fabricados na linha de montagem dedicados a um mesmo tipo de produto ou a uma variedade muito pequena destes. No outro extremo seria a produção na qual se produz de acordo com um item específico, os recursos são distribuídos de forma a obter a maior eficiência possível.

Os primeiros modelos de MRP foram muito úteis para fornecer dados sobre necessidades de produtos com estruturas complexas e em produção do tipo intermitente. Os dados foram sendo aprimorados de maneira que correspondessem ao esperado. À medida que eram identificadas deficiências em sua manutenção, como mudanças de programação, as ordens que já estavam na produção geravam conflitos com as ordens emitidas na nova programação (LAURINDO; MESQUITA, 2000).

Desta maneira o MRP evoluiu de forma a contornar estas situações, eliminando as ordens planejadas do roteiro antigo. Outro problema identificado foi que o software não computava a capacidade de produção, emitindo muitas vezes ordens que eram impossíveis de serem fabricadas no tempo previsto, então houve modificações como a entrada de dados correspondente aos tempos de fabricação para cada processo e cada lote, no objetivo de contornar o problema identificado.

Em termos práticos, foi acrescida uma outra interface para o cálculo das necessidades gerais das empresas em geral, englobando outros recursos mais abrangentes, para que fosse possível calcular mais recursos de manufatura que não fosse somente o dos materiais, e junto com ele os dados cadastrais sobre cada item no setor produtivo da fábrica, como o ressurgimento de cada material, sobre o consumo dos diversos tipos de recursos na produção de cada item.

Estes novos recursos são separados em módulos nos sistemas de informação. Cada módulo é direcionado para um setor específico da organização, isto é, Finanças, Recursos Humanos (RH), Contabilidade.

A partir da criação destes módulos, o sistema foi ganhando uma maior abrangência que não era somente os cálculos das necessidades dos materiais pura e simplesmente. Cada módulo que passou a ser utilizado de forma geral nas empresas tinha uma abordagem ampliada do MRP para gerar as informações adicionais, e que geravam dados adicionais onde a empresa que tivesse posse obtinha vantagens competitivas, por isso os concorrentes passavam a adquirir estes módulos também, e estenderam-se no decorrer da História a grande maioria das empresas competidoras do mercado nas mais deferentes áreas.

A partir dos anos 70 e 80, os módulos geravam dados com uma abordagem muito mais ampla que puramente cálculos de necessidades, percebeu-se então uma grande diferença nos sistemas de MRP existentes dos que eram utilizados inicialmente. Passou-se a utilizar um novo termo para o sistema que tivesse os módulos a mais, termo chamado de MRP II, que gerava não só informações a respeito de números de materiais produzidos e a serem comprados, mas também cada módulo gerava dados de acordo com o que cada um estivesse voltado a desenvolver de maneira muito mais ampla do que somente cálculos de necessidades de materiais.

Como exemplo, módulo de finanças gera todos os dados necessários para o setor financeiro, módulos de recursos humanos geram informações de homem-máquina, etc. E isto passou a caracterizar a diferença entre o MRP e o MRP II, que aumentou no decorrer dos tempos.

Hoje cada um destes módulos específicos do MRP II faz parte da maioria dos softwares disponíveis no mercado. Estes softwares não só se habilitam em computar os pedidos e lançá-los na fábrica, como também confrontar o que foi planejado com o que foi realmente executado na fábrica.

2.2 Caracterização do MRP II

O Sistema MRP II se baseia em cálculos de necessidades de materiais através de uma alta quantidade de informações que, devidamente processadas, podem reduzir as quantidades de estoques da empresa e buscar o cumprimento dos prazos de entrega.

Segundo Corrêa (1993):

O programa computacional deve ser utilizado para empresas que tem estes dois quesitos como estratégia primordial, prazo e baixos estoques, e é necessário também que se considerem quais são os custos estratégicos da priorização destes quesitos em detrimento dos outros, já que em determinadas situações, a escolha de priorizar certos critérios só pode ocorrer à custa do desempenho de outros.

Para se obter sucesso no cumprimento de prazos de entrega, segundo Russomano (2000), “este sistema planeja as necessidades exatas de cada item, melhora o atendimento aos consumidores, minimiza o material em processamento, e aumenta a eficiência da fábrica.” Com isto consegue-se melhor gestão de estoques, menores custos operacionais, e conseqüentemente maiores margens de lucro.

De acordo com Moreira (1996):

É o programa mais apropriado para atividades de montagem de componentes. O maior benefício do MRP II está na redução de estoque de materiais e dos produtos em processo. O sistema assegura a disponibilidade dos materiais no momento certo, reduz o ciclo de fabricação e diminui os atrasos na entrega aos clientes.

2.3 Implementação do MRP II

Para a implementação do Sistema de Informação (SI) baseado em MRP II, existem certos fatores que devem ser destacados (como por exemplo, o ciclo do recurso dentro da empresa) através de um levantamento histórico de dados disponíveis, e um cuidado extremo para integração do sistema à realidade da empresa.

Segundo Salazar e Soares (2005):

Os mecanismos utilizados para a integração do sistema vão depender do tipo da organização. Para empresas em que as funções desempenhadas têm características comuns, isto é, as atividades apresentam similaridade entre si, seriam utilizados mecanismos indiretos para integração, que seriam as políticas necessárias, regras, e metas estabelecidas de acordo com os procedimentos existentes. Estes seriam fatores que desempenhariam papel satisfatório.

Já para organizações que não apresentam vínculo direto entre funções, a estrutura organizacional é diferenciada, seriam necessários mecanismos diretos para integração, que

seria a utilização de comitês multifuncionais, equipes inter-grupais, desenvolvimento da documentação necessária, e atividades pouco convencionais para realizá-lo.

As ações efetuadas para a integração da equipe com o programa precisam contribuir para adequação aos costumes utilizados e a todos novos procedimentos que irão ser desenvolvidos, nisto surgirão algumas proposições que serão expostas, principalmente aos executivos de informática, que servem como direcionamento ou norteamento da corporação a fim de que as ações e as tomadas de decisão dos indivíduos sejam mais coerentes, precisas e propensas à obtenção de êxito.

De acordo com Cerri e Cazarini (2002), “este levantamento histórico pode conquistar retornos significativos para as empresas ao obter uma previsão para seu futuro.”

Outro fator que deve ser destacado são os cadastros gerais existentes que, para Russomano (2000), “são necessários para que seja alcançado o sucesso da implementação de um sistema de MRP II, e eles precisam estar perfeitamente estruturados de acordo com os produtos.”

As informações sobre a disponibilidade de material fornecido a tempo e com precisão absoluta, e os parâmetros de gestão de estoques devem ser, tanto quanto possíveis, respeitados.

2.4 Módulos do MRP II

Segundo Corrêa (1993), o sistema atua em alguns diferentes módulos, os quais são::

- a) Módulo de Planejamento da Produção;
- b) Módulo de Planejamento Mestre da Produção;
- c) Módulo de Cálculo de Necessidades de Materiais;
- d) Módulo de Cálculo de Necessidade de Capacidade;
- e) Módulo de Controle de Fábrica;

Além destes, há os módulos de atualização dos dados cadastrais, que se ocupam de alterações quanto aos dados de itens de estoque, estruturas de produtos, centros produtivos, roteiros de produção, entre outros. Todos estes dados estão inter-relacionados num só sistema, um esquema destas relações é apresentado na Figura 1.

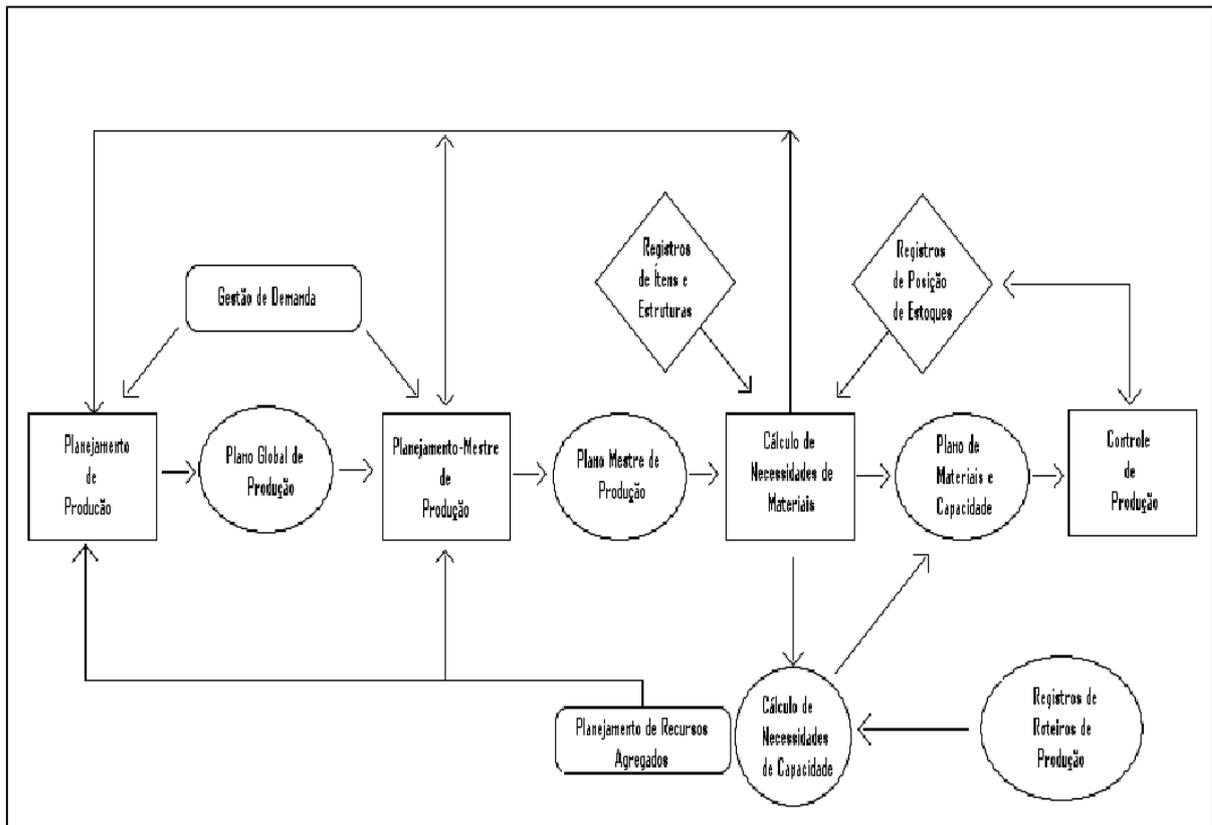


Figura 1: Inter-relações entre os principais módulos de um sistema MRP II típico

Segundo Godinho e Fernandes (2006), “esses módulos surgiram com a necessidade de suprir as necessidades gerais da organização, sendo acrescentados desde o MRP, MRP II, e ERP, um número cada vez maior de dados para suprir todas as informações necessárias além daquelas especificamente da produção.”

Os conceitos dentro do MRPII que são básicos para o conhecimento de seu funcionamento, estão citados nos próximos tópicos, para que seja possível tornar claro a ação de cada um no processo. Não será dado enfoque aos cálculos que o sistema efetua em si, pois conforme já comentado, estaria fora do escopo deste trabalho.

2.5 PMP (Plano Mestre de Produção)

Para Corrêa (1993):

O sistema MRP II é um sistema hierárquico de administração, onde os planos de longo prazo de produção agregados (que contém níveis globais de produção e setores produtivos), são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas. Isto exige que se tenha um direcionamento para a produção, para que, através das quantidades de produtos acabados que devem ser concluídas em certo prazo, o sistema possa computar seus componentes necessários para fabricação do produto a tempo de entrega no prazo. Isto é feito através de um PMP, que é uma listagem destas quantidades e respectivos períodos de iniciação de fabricação.

A Figura 2 permite a análise de um esquema básico do planejamento das necessidades dos materiais.



Figura 2: Esquema do planejamento das necessidades dos materiais

Fonte: Adaptado de Slack et al (2002).

Ao elaborar o PMP, todas as áreas da empresa devem estar envolvidas, tanto para fornecer quanto para utilizar as informações referentes a ele. Todas as áreas ligadas à manufatura, desde o setor de planejamento até o da produção direta, precisam estar coerentes, pois o PMP consiste em desmembrar o planejamento estratégico a longo prazo em planos específicos de produção a médio prazo, portanto, o PMP refere-se aos produtos acabados da empresa.

Porém, de acordo com Corrêa e Gianesi (1993), “quando este número é muito grande devido à gama de diferentes tipos de produtos que o cliente pode optar, não é recomendável a formação de estoques para todas as combinações possíveis.” Procura-se então reduzir este número descendo um nível no PMP, ou seja, em vez de se elaborar um PMP para cada produto acabado, elabora-se um PMP para cada opção de componente.

Segundo Tubino (2000):

O modelo de controle de estoques pelo MRP II considera a dependência da demanda que existe entre itens componentes de produtos acabados, ou seja, partindo das quantidades de produtos acabados a serem produzidas período a período, determinadas no PMP, passam-se a calcular as necessidades brutas dos demais itens dependentes de acordo com a estrutura do produto.

2.6 Ordens Planejadas

Através do PMP, o sistema irá, utilizando-se da capacidade específica de produção, determinar o que vai ser produzido e em que período as ordens irão ser lançadas na fábrica, neste meio termo, o sistema gera ordens planejadas, que já estão no PMP, mas ainda não convertidas em ordens concretas, e não emitidas para o setor fabril.

Para Russomano (2000), “as ordens planejadas são os pedidos pendentes, isto é, as ordens emitidas, abertas, firmes, em quantidades e períodos respectivos, originadas a partir do PMP.”

As ordens planejadas, que são emitidas e não entregues para produção, representam a futura necessidade de produção, e serão convertidas em ordens reais a partir do momento da necessidade de produção. Estas ordens indicam a intenção de emitir (período indicado), e quando é emitida passa para pedidos pendentes (período de entrega), podem ser calculadas através da demanda menos a disponibilidade dos materiais considerando o tempo de reposição.

Depois do sistema gerar todas as ordens planejadas necessárias para elaboração do PMP, as ordens devem ser convertidas em ordens reais para produção, estas ordens são específicas para cada tipo de material, e devem conter as informações específicas para que os setores responsáveis por cada uma em particular possam executar suas atividades com eficiência.

Estas ordens devem conter a especificação e codificação do item, o tamanho do lote, a data de início, a data prevista para conclusão do lote, a seqüência e o local onde as mesmas devem ser executadas, e o seu depósito de destino. No caso de muita diversidade de produtos confeccionados, ou ausência de gabaritos, ou protótipos, as ordens devem seguir com o desenho do item devidamente cotado e as informações técnicas necessárias para confecção das mesmas (TUBINO, 2000).

2.7 Lotes de Reposição

Corrêa (2000) nos traz a idéia de estabelecer tamanhos mínimos de lotes, que tem por objetivo a redução dos custos fixos envolvidos com atender a uma ordem de produção ou compra, estes são chamados de lotes de reposição. Os custos fixos destes lotes referem-se àqueles custos que ocorrem a cada vez que se emite e executa uma ordem, independente do seu tamanho. No caso de uma ordem de produção, um exemplo de custo fixo é o custo de preparação da máquina, no caso de uma ordem de compra, um exemplo de custo fixo é o custo do pedido para gerar o lote.

Segundo Tubino (2000):

Nos sistemas baseados na lógica do MRP, existem três alternativas para o tamanho dos lotes de reposição: lote fixo, lote a lote e período fixos, que devem depender do tamanho do lote de reposição, do estoque de segurança, e o *lead time* necessário para repor esse lote. No caso de lote fixo, repõem-se os itens de acordo com uma quantidade fixa, que por ser fixa, pode ser a quantidade do lote econômico. Na reposição lote a lote, ela é feita apenas na quantidade líquida necessária do item, isto é de acordo com quanto está sendo consumida. Esta alternativa é utilizada quando a demanda do item é muito demorada entre um e outro pedido e não se deseja manter estoques. No caso de reposição por períodos fixos, o tamanho do lote é determinado através de um período de tempo, quando se necessita diminuir os custos com preparação de ordem, mantendo assim estoques médios mais altos.

Os lotes de reposição precisam ter um tamanho ótimo para não gerarem muitos custos e não faltarem para produção, por isto eles podem ser definidos pelos custos envolvidos no sistema de reposição e armazenagem dos itens.

Para Tubino (2000), “o melhor lote de reposição é aquele que consegue minimizar os custos totais, é conhecido como lote econômico.” Existem três situações, segundo o autor que são as mais usuais: quando a entrega do lote é realizada uma vez, quando ela é parcelada, e quando houver descontos no custo unitário do item por quantidade reposta.

2.8 Estoques de Segurança

Segundo Tubino (2000):

O estoque de segurança dentro do MRP II serve de ponto de referência para o nível mínimo que queremos ter de itens no estoque projetado, sendo que é necessário um conhecimento objetivo do *lead time* para que o sistema antecipe esta espera e o produto chegue ao momento exato.

A necessidade bruta do item de nível mais alto é obtida do PMP, desta forma, a programação da produção baseada no MRP parte do PMP e vai calculando nível a nível as necessidades brutas de cada item componente do produto acabado, uma vez projetados os estoques, ou a falta deles para os períodos futuros, temos condições de calcular as necessidades líquidas de cada período, as quais servirão de base para o planejamento da liberação de ordens, e as necessidades líquidas são as quantidades do item que precisam ser programadas para atender certo PMP (TUBINO, 2000).

O sistema MRP II possui diversas características que dão todo o suporte necessário para otimizar a produção, como as necessidades brutas, que representam as saídas necessárias de material em estoque, durante o período em que as quantidades aparecem no registro. Os recebimentos programados, que representam as chegadas de material ao estoque. Estoque disponível projetado, que é são as quantidades do item em questão que se esperam que estejam disponíveis em estoque. Isto se refere a toda a movimentação interna dos materiais, que devem ser quantificadas e alimentadas no sistema computacional para que estejam sempre corretas e atualizadas para que os estoques sejam controlados e mantidos de acordo com os estoques de segurança.

3. PONTOS CRÍTICOS

A implementação de um SI é uma mudança geral no comportamento e nas tarefas executadas em todos os níveis hierárquicos de qualquer organização, e existem alguns fatores que devem ser analisados com certa prioridade para o sucesso do SI, os quais serão analisados detalhadamente..

3.1 Custos

De acordo com Padilha e Martins (2005), “o principal ponto que sempre deve ser observado na implementação do MRP II são os custos, pois eles determinarão seu desempenho, devendo ser um indicador para o acompanhamento da implementação.”

3.1.1 Custos de treinamento

É um fator determinante na implementação, pois o seu orçamento sempre se encontra abaixo das expectativas reais. Os custos com recursos humanos são elevados devido à necessidade de uma nova adaptação a outra interface de um software, o que gera obstáculos e investimentos com treinamento.

3.1.2 Custos de integração e testes

Entre o pacote de software instalado e outros softwares da corporação existentes, devem ser estudados caso a caso e ser encontrada uma solução para sua correta integração. Esta solução pode ser baseada em personalização do sistema, ocasionando custos não estimados no orçamento inicial.

3.1.3 Custos das conversões de dados

Estes custos referem-se a informações no banco de dados anterior na empresa, matéria-prima, produtos, movimentos de materiais em aberto, componentes, roteiro de processos, entre outros.

Normalmente esses dados se encontram incorretos por serem antigos, como produtos com novo tipo de matéria-prima que não tiveram seu cadastro alterado, ou quantidades relativas alteradas, dados de processos que foram modificados e não tiveram atualização, ou outras informações inconsistentes para o MRP II. Estas conversões se referem à migração dos dados existentes para o novo sistema a ser implementado, normalmente elas têm que ser revisadas.

3.1.4 Custos de horas com consultoria

São difíceis de estimar, dependerá se os métodos utilizados pela empresa fornecedora serão eficazes ou não. Normalmente esta procurará tirar proveito prolongando suas atividades. Isto deve ser evitado estabelecendo metas no contrato com a empresa, e garantir que o pessoal por ela treinado possa obter um aporte de conhecimento capaz de ser repassado aos internos da empresa, multiplicando este conhecimento, garantindo que não haja dependência entre ambos no menor prazo possível.

3.1.5 Custos com pessoal

A implementação de um novo sistema de MRP II necessita que seus encabeçadores tenham uma mente aberta para novos conhecimentos, um entendimento geral do processo e das necessidades do sistema. Requer uma mudança drástica no dia-a-dia dos funcionários e da equipe de trabalho, que de maneira alguma irá retornar as atividades anteriores à sua implementação.

Estes fatores nunca se adequam a todos do quadro de funcionários, gerando muitas vezes inadimplência à nova rotina e até boicotes por parte da maioria conservadora. Há então a necessidade da troca de grande parte do pessoal, necessitando experiência profissional e capacitação.

3.2 Retornos de Investimentos

Grandes equívocos são encontrados nesta etapa por muitas vezes a gerência achar que obterá retornos rápidos dos investimentos, sendo que muitas vezes virão num longo prazo, e passará a ter custos adicionais com a manutenção deste sistema.

O investimento necessário para adquirir um sistema integrado é alto, e requer uma grande mudança nos costumes de toda a empresa, de modo a adequar o sistema aos modos de produção, isto gera custos em todas as partes, como visto anteriormente, e o retorno que se obtém é de longo prazo e de difícil quantificação.

O sistema gera retornos nos investimentos ao agregar valor nos produtos e ao otimizar os procedimentos. De acordo com Laurindo et al (2002):

A TI aplicada por meio do MRP facilita os procedimentos e a forma em que se executam as atividades, e as ligações entre elas. Ela traz retornos gerando uma vantagem competitiva ao aumentar a diferenciação, melhora a competitividade, e abre fronteiras para novos negócios.

Estes valores agregados são difíceis de estimar, mas são reais, e a empresa que não acompanha a evolução da TI e a esfera que a compõe pode estar perdendo competitividade e reduzindo seus lucros, o que pode levar a falência da organização.

3.3 Manutenção do Sistema

O sistema deve ter a quantidade de informações necessárias para acompanhar a produção como um todo. Tudo o que foi produzido deve ter sua quantidade exata informada, e pra isto é necessário uma realocação de pessoal para que alimente o sistema com os dados.

Podem ocorrer erros no sistema operacional do software, que levariam uma parada total do sistema, eles podem ocorrer por erros na compilação, vírus, sabotagens etc. Se não existir pessoal qualificado interno à empresa, é necessária rápida interação entre agentes capacitados para correção dos erros existentes, caso contrário afetará as pessoas diretamente ligadas com o MRP. Isto faz com que seja necessário um backup atualizado, para que as informações perdidas não sejam grandes, alguns programas o fazem automaticamente, outros precisam ser acompanhados.

3.4 Ferramentas Para Conversão

Existe uma grande busca em todo universo de estudo de softwares capazes de codificar linguagens diferentes em programação, mas normalmente estes se encontram incompatíveis,

devido então as informações provavelmente terem que ser recadastradas, que pode levar tempo e envolvimento da maioria dos setores, como engenharia de processos, engenharia de produto, Tecnologia da Informação e PCP em conjunto, exigindo o acompanhamento póstumo à implementação, e constante correções de erros que provavelmente existirão nos dados, erros que as vezes podem ser simples, mas que no MRP II podem gerar sua completa disfunção por serem cumulativos no sistema, e repetirem-se a cada processamento.

Um exemplo destes erros seria o cadastro da matéria-prima consumida num componente superior ao real, como consequência vai gerar a cada necessidade computada, uma quantidade superior necessária para a compra, depois de certa quantidade produzida um pedido novo será efetuado ao setor de compras que efetuará sua aquisição, sendo que ainda existe em estoque.

3.5 Documentação

Existem os documentos de acompanhamento da produção que são direcionados aos supervisores, como os relatórios de acompanhamento da produção através de gráficos, números de refugos, retrabalho, qualidade, etc. Também há os relatórios de ordens de produção, como listas mensais, e quantidades e especificações técnicas de cada material a ser produzido por lote ou unidades.

É necessário um grande esforço de documentação e disciplina para garantir que os dados informados sejam precisos. As ordens de produção são geradas em papel, que devem ter extremo cuidado com perdas, desorganização, etc. Uma ordem de produção perdida pode gerar uma parada de máquina por falta de peça, ou desorientação. Caso seja necessária uma nova impressão da ordem corre-se o risco de duplicação de produção do material.

Todos os documentos são emitidos em ordens de trabalho, que serão cumpridas de acordo com o PMP e seguidas considerando os estoques da empresa com os níveis de produção, isto é o nível zero seriam as matérias-primas com acabamento primordial (lixadas, tratamento químico, limpeza etc.). O nível um seriam os primeiros processos (como recorte da matéria-prima, dobra, etc.). O nível dois seriam as soldas, montagens em outras peças, usinagem, freza, etc. Cada fase deve ser documentada, como se pode observar na Figura 3:

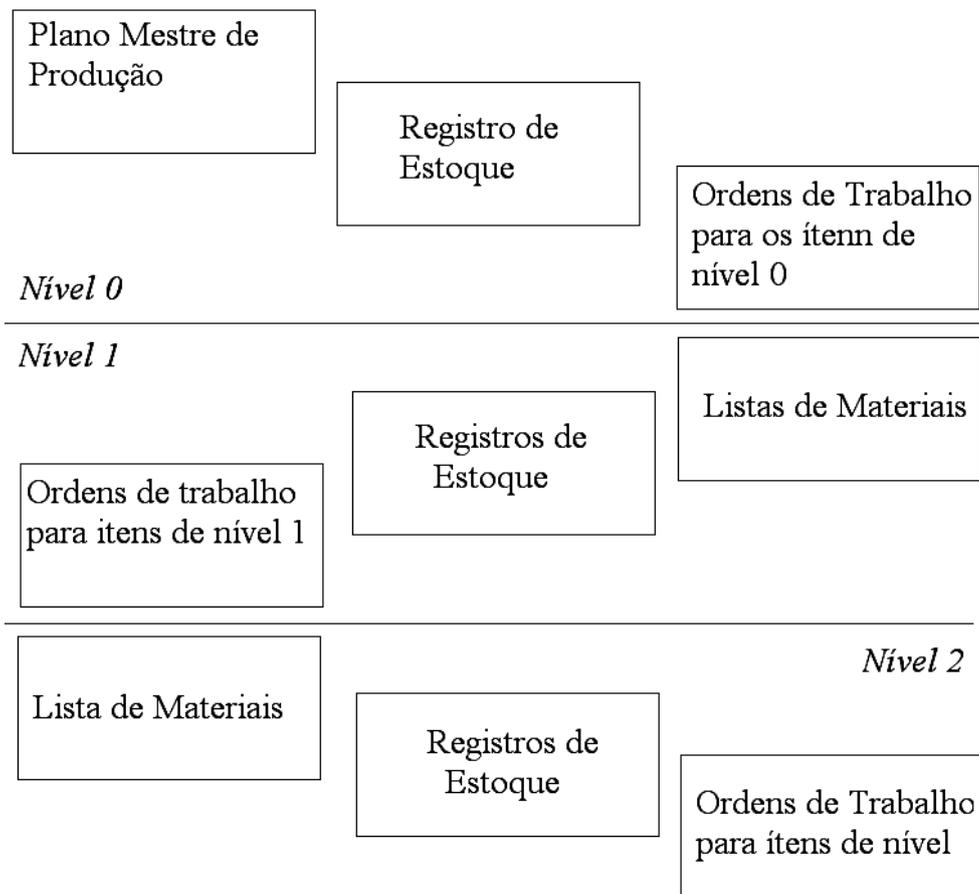


Figura 3: Cálculo das Necessidades líquidas no MRP II

Fonte: Adaptado de Slack et al (2002).

3.6 Treinamento

Quaisquer mudanças que os procedimentos convencionais da empresa sofram irão gerar conflitos perante o pessoal. Quando as mudanças são gerais, como no caso de implementação de um sistema MRP II, o treinamento é um ponto crítico e fundamental para seu sucesso. Todas as fases como mudança na documentação e a manutenção do sistema, representam uma alteração na cultura da empresa, e por isso devem ser acompanhados de palestras, cartazes, indicativos e incentivos de todas as formas, para que gere os menores conflitos possíveis por parte de pessoal.

O processo das mudanças é acompanhado das seguintes etapas: conhecimento, que é quando a pessoa é informada sobre o que ocorrerá em seu ambiente; a convicção, que é quando a pessoa adquire maiores informações e forma um ponto de vista sobre os acontecimentos, formando assim sua opinião; a fase da decisão, onde o indivíduo toma uma posição em relação a seguir as mudanças ou rejeitar; e a confirmação, que seria onde as novas práticas seriam postas em prática (SALAZAR; SOARES, 2005).

O direcionamento que a implementação vai seguir vai depender da participação da alta direção em todas as fases que o indivíduo vai se submeter. Como alguns tomarão uma posição contrária aos novos hábitos, ações devem ser tomadas para que não prejudique o trabalho nem convença outras pessoas a contrariarem as inovações.

3.7 Avaliação

Laurindo et al (2002) procurou elaborar formas de avaliar como o processo está se desenvolvendo, elaborando indicativos como o nível de participação dos usuários da tecnologia implantada, a análise da organização na área do TI, a classificação da configuração da função e operação no sistema, a avaliação do grau de descentralização e a verificação do estágio do avanço na TI.

A quantidade dos lucros envolvidos depois da implementação de um sistema de MRP II é difícil de estimar. Ao elaborar um método de quantificação dos retornos seriam necessários a determinação da depreciação diária de cada item, custos exatos de armazenamento em estoques, todas as otimizações dos processos envolvidas, ganhos em competitividade, e a relação completa de todos os custos que eram gerados antes da implementação. Além destes dados serem difíceis de se estimar, os ganhos são adquiridos a longo prazo, o que torna inviável a quantificação dos lucros envolvidos.

3.8 Deficiências

Existem dois tipos de softwares aplicados para o gerenciamento da produção. São os softwares baseados em simulação, e os baseados em cálculos. O MRP II gera todas as vantagens destacadas anteriormente, mas apresenta algumas deficiências, como Godinho e Fernandes (2006) nos esclarece::

- a) As parametrizações necessárias para seu desenvolvimento são muito trabalhosas e envolvem muita dedicação, por isto muitas vezes são negligenciadas pelas empresas num âmbito geral;
- b) o sistema pode ter módulos que processam a capacidade para cada setor, mas eles não se obtém a capacidade de fabricação exata para cada produto em pleno acordo com o que se pode produzir em tempo real. Desta maneira podem subdividir os produtos de maneira infinita, ultrapassando o real limite de produção, o que não acontece no caso de sistemas de simulação da produção. O sistema apresenta esses tipos de erros devido não prever tempos ociosos como paradas de maquinário e tempos variáveis de *lead time* (quanto maior o lote, maior o *lead time* e a proporção é de difícil determinação). Esta deficiência pode ser contornada através da execução de planejamento das capacidades, mas devem ser acompanhadas em paralelo, e confrontadas com as ordens de produção, item a item, isto gera muitas dificuldades para sua execução;
- c) A instabilidade é outro fator destacado pelo autor, pois existe a constante necessidade de reprogramação.

4. ESTUDO DE CASO

O estudo prático de uma implementação bem sucedida do MRP II ocorreu na empresa Noma do Brasil. O sistema operacional foi introduzido no período de 1999 a 2002. Os dados obtidos puderam ser estudados e enfatizados de acordo com sua importância para o estudo.

4.1 Histórico da Empresa

A Empresa Noma do Brasil é uma empresa que atua há 39 anos no setor metal-mecânica e desenvolve seus produtos visando o transporte rodoviário. A empresa está instalada numa área de mais de 30.000 m² e vende carrocerias para caminhão dos tipos graneleiro, bi-trem graneleiro, tanque 30.000, bi-tanque 47.000, basculante, bi-trem basculante, reboque julieta, florestal, canavieiro, carga-seca, carrega-tudo.

4.2 Histórico do Sistema de Informação

O software que era utilizado como sistema de informação pela Noma era chamado de “Fox”. Foi desenvolvido internamente na empresa pela equipe do setor de TI. O programa desenvolvia todos os cálculos necessários na parte produtiva, como a movimentação de material, estoques para cada setor de produtos intermediários, produtos acabados e gerava os pedidos para compras de material baseado no PMP. Qualquer manutenção necessária no sistema ou incrementação era feita na própria empresa, o que reduzia em muito os custos com software.

O sistema era constituído por vários módulos, um para cada departamento. Era composto por três módulos principais: o Módulo Financeiro, que gerava os dados cadastrais de clientes, acompanhamento dos pagamentos, informações de antecedentes, etc.; o Módulo Contábil, que fornecia notas fiscais, calculava os impostos com base nos bens ativos, passivos, e burocracias necessárias; e o Módulo pessoal, que gerava folha salarial, cartão-ponto, despesas com funcionários. Havia também no sistema outros módulos menores.

Os módulos não tinham nenhum vínculo entre si, gerando dificuldades para processar certas informações. Por exemplo, para obter o custo com certo funcionário, era necessário que o módulo da folha salarial se comunicasse com o módulo de compras, para saber os custos com matérias utilizadas pelo funcionário, como luvas, protetores auriculares e demais equipamentos de proteção individual (EPI's). Assim, como os custos com uma peça pronta, era necessário um vínculo do custo do material e custo pessoal para agregar o valor da mão-de-obra e respectivos encargos e salários com o custo da matéria-prima.

Era necessária então uma vinculação de todas estas áreas da empresa para que num único módulo pudessem ser fornecidos todos os dados necessários para todos os setores, e que eles pudessem confrontar e compartilhar informações em uma única linguagem, gerando assim informações mais abrangentes e mais confiáveis.

4.3 Implementação

Foi necessária uma pesquisa de mercado visando identificar o sistema mais adequado à empresa. Os fornecedores realizaram palestras com a diretoria, foram pesquisadas informações dos sistemas utilizados pelos melhores concorrentes, realizaram-se viagens, etc., buscando qual seria o sistema mais adequado.

O capital investido iria ser proporcional à qualificação do sistema. Como a empresa estava redimensionando completamente sua área produtiva com grandes investimentos, viu-se necessário buscar um sistema à altura. Por este motivo optou-se pelo sistema conhecido como SAP (Sistema de Administração da Produção), baseado em MRP II.

O grande problema seria identificar o método mais eficaz para implementação do sistema, que como se pode constatar no desenvolvimento do trabalho, seria bastante dispendioso.

Foi contratado um serviço terceirizado especializado em implementação de sistemas do nível do SAP. A empresa contratada chama-se Plaut, que iria instalar o sistema e treinar a equipe, para que no período de seis meses de tempo integral atingisse o seu mais completo funcionamento.

Na realidade este período se estendeu por dois anos. O problema encontrado foi a adequação do SAP aos métodos produtivos da Noma, visto que para algumas funções se encaixava sem dificuldades, e para outras o sistema era incompatível. Havia também uma incoerência razoável entre a equipe implementadora conhecedora de software, e a equipe ao qual o sistema estava sendo aplicado, conhecedora do setor fabril.

Foi necessária, além da equipe da Plaut, a colaboração de uma pessoa de cada área da Noma, a qual estivesse entre o nível dos colaboradores mais experientes, para dedicar-se então unicamente à implementação do sistema, havendo assim uma satisfatória vinculação do SI com a fábrica.

Neste meio termo, a empresa prestadora Plaut não obteve os resultados necessários e gerou transtornos além dos esperados. Constatou-se que seria necessário contratar outra equipe fornecedora do serviço, chamada Pimentel.

4.4 Conversão dos Dados

A empresa Pimentel, através de uma busca dos softwares existentes, constatou que não havia compiladores que pudessem converter diretamente os dados antigos para os dados novos, então os dados teriam que ser descartados, o sistema antigo foi deixado de ser alimentado, ficando para trás. À medida que os novos dados foram fornecidos, várias simulações do sistema foram realizadas como meio indicador do pleno funcionamento.

Foram acompanhadas as informações virtualmente obtidas do sistema e as informações reais obtidas da produção. Isto foi realizado para cada setor, várias vezes, por vários meses, até elaborar a melhor maneira de conduzir a implementação. Muitas vezes estes dados não eram equivalentes, e passou-se a estudar as formas para torná-los efetivos.

A melhor forma de condução escolhida entrava então em real funcionamento por alguns dias, e verificavam-se as partes falhas e as que podiam ser melhoradas. Observavam-se as partes que funcionaram, bem como as que apresentaram problemas, partindo-se então para as mudanças no software e mudanças na fábrica para sua adequação. Efetuavam-se novos testes, e assim sucessivamente até o SI atingir o seu pleno funcionamento.

4.5 Metodologia da Implementação

A organização das atividades a serem desenvolvidas surgiu a partir de um roteiro e um cronograma, que seria da seguinte maneira:

- a) Esclarecimento de toda equipe das mudanças a serem aplicadas, feito através de palestras, cartazes, e-mail;
- b) divulgação do cronograma de implementação e incentivo para sugestões e idéias dos funcionários;
- c) aquisição dos computadores, instalação dos terminais, ampliação da rede, contratação de funcionários;
- d) atribuição das responsabilidades;
- e) treinamento;
- f) cadastros;
- g) início do funcionamento do novo sistema;
- h) adequação ao uso, feedback, pontos fortes e pontos fracos, reestruturação;
- i) manutenção.

4.6 Organização do Setor Produtivo

Um ponto forte que deve ser destacado é que a implementação do sistema ocorreu juntamente com uma mudança geral na fábrica. Os setores como pintura, solda, que antes eram efetuados por compartimentos, agora com uma mudança total de *lay-out* passou a ser feito em linha, isto facilitou para que as pessoas mudassem totalmente suas rotinas não apenas no campo burocrático, como também nas atividades gerais do setor fabril.

Os setores de usinagem e perfilados necessitaram de terminais de intranet instalados para a alimentação sobre peças e equipamentos produzidos. Dois supervisores, um responsável pelo setor de peças, outro pelo acabamento final, necessitavam das informações geradas pelo MRP II para agilizar suas respectivas funções, para isto foram instaladas cabines equipadas com computadores para cada um.

Foram construídas divisões, feitas com biongos ou serpentinas, em cada setor da empresa para que não houvesse a retirada de peças dos estoques sem a devida baixa em computador. Também foram criadas áreas onde as peças prontas aguardam sua devida baixa em computador para então seguir para seus depósitos, locais chamados de “áreas de apontamento”.

Foram criadas repartições para as peças que antes não eram armazenadas, mas aguardavam a necessidade e seguiam diretamente para o uso. As repartições foram adequadas para cada tipo de operação, de modo que facilitasse ao máximo possível o acesso e a movimentação para cada operador, ou auxiliar. Foram feitos compartimentos nas bancadas, onde as peças mais usadas como parafusos, porcas e arruelas tivessem rápido alcance. Cada compartimento de estoque foi identificado com nome, código e um exemplar da peça pintado de vermelho (cor padrão dos gabaritos na Noma).

Peças grandes ficaram em áreas de fácil acesso para as empilhadeiras e identificadas com placas grandes para que fossem localizadas em qualquer lugar do estoque. O armazenamento de cada peça foi mapeado e está presente em todos os computadores.

As bancadas passaram a ter um estojo para as ordens de produção, onde o encarregado as recebe do auxiliar de PCP, organiza por ordem de maior necessidade, distribui em cada estojo. Quando a ordem é concluída, o operador a encaminha junto com a peça pronta.

4.7 Recursos Humanos

Além das mudanças no setor produtivo, ocorreram também mudanças drásticas nos recursos humanos, as mais afetadas de uma forma geral foram as equipes do PCP, Engenharia de Produto, e TI, devido todas as informações que o SI necessitava para controlar a produção.

No PCP, dois funcionários foram contratados (um deles com experiência no SAP's) para fazer a programação dos setores de montagem de viga e montagem de eixo, que antes era feita diretamente pela quantidade de pedidos em carteira, porque não havia uma política de estoques, o que aumentava o tempo de fornecimento dos produtos acabados. Os dois foram encarregados de cadastrar os materiais usados na montagem e o tempo de conclusão médio para cada conjunto, bem como efetuar a baixa em cada equipamento.

Um auxiliar de escritório foi contratado para gerar a necessidade de ordens de produção no sistema, imprimi-las, e distribuí-las em cada setor.

O sistema necessita da informação das peças que foram produzidas, cada processo que sofrem, assim como a quantidade exata de cada lote. Num primeiro momento cada operador ficou responsável por informar esta quantidade através de manuscrito na respectiva ordem de produção, que era encaminhada ao escritório para baixa no SI. Como o volume de ordens de produção era muito elevado, gerou necessidade de um responsável por informar o MRP II de cada processo sofrido e quantidade para cada lote.

Para isto foram contratados três funcionários: um encarregado do setor de Usinagem, Pré-Montagem, e Pintura de Peças; outro para o setor de Perfilados. Necessitou-se de um auxiliar para fazer a contagem das peças produzidas. Para os setores de equipamentos semi-acabados os próprios programadores do PCP poderiam fazer as devidas alimentações.

4.8 Treinamento

O início do treinamento dos recursos humanos disponíveis e contratados ficou a cargo da equipe terceirizada Plaut.

Foram realizados cursos, palestras e treinamentos específicos com objetivo de esclarecer como o sistema seria desenvolvido em diversos aspectos, como: as áreas que iria abranger, qual objetivo de cada trabalho realizado, para que serviriam os cadastros, qual empenho deveria ser focalizado, as mudanças que teriam que ser efetuadas no setor fabril, mudanças no cotidiano de cada setor; aspetos desenvolvidos dentro do respectivo cronograma.

Visando atender às necessidades apresentadas referentes ao ensino de estratégias de manufatura e treinamento gerencial de sistemas do tipo MRP II, foi desenvolvida uma ferramenta baseada em simulação pela Plaut.

O exercício foi, na verdade, um completo estudo nos processos da Noma, no qual os grupos participantes analisaram a fábrica, maquinários e os equipamentos eletrônicos, para quem ainda não os conhecesse. Um completo histórico da companhia foi preliminarmente descrito, com informações referentes aos potenciais mercados consumidores e quantidades consumidas, fornecedores da época e outros alternativos com correspondentes dados de desempenho de fornecimento, descrição da situação do processo produtivo, posição dos estoques, maquinário disponível e alternativas de mudanças possíveis, entre outras informações.

Os grupos foram então orientados, depois de extensivas análises estratégicas e de custo/benefício das informações disponíveis, a tomar uma série de decisões estratégicas, assim como com quais fornecedores passar a trabalhar, que alterações de processo fazer, quais nichos de mercado buscar, quais níveis globais de estoques manter, entre outras. A partir da definição da direção estratégica a ser seguida pelos funcionários, o grupo foi então solicitado a simular a gerência da Noma operacionalmente, de forma a atingir os objetivos estratégicos pré-definidos.

Para tanto, a empresa utilizou um software de simulação com uma ferramenta MRP II iterativa, implementada em planilha eletrônica de cálculo (tipo Lotus 123) que os membros dos grupos utilizaram para a tomada de decisão a respeito de: o quê, quanto, quando e com que recursos produzir.

Tomadas as decisões de planejamento a respeito da produção do primeiro mês, foram simulados os eventos "reais" ocorridos no primeiro mês. Para isso, o sistema gerou eventos exógenos aleatórios com distribuições probabilísticas coerentes com as decisões estratégicas tomadas inicialmente, assim como desempenho dos fornecedores, quebras de máquinas, demandas semanais por produto, etc. As ocorrências internas foram também simuladas com base nas decisões de planejamento tomadas com o auxílio do MRP II.

Boas decisões resultaram em bons níveis de cumprimento do planejado, serviços aos clientes, ocupação de máquinas e mão-de-obra. O simulador é elástico em relação ao desempenho do mês. Em outras palavras, por exemplo, um mau desempenho em termos de cumprimento de pedidos dos clientes ao longo de um mês, fez com que a demanda do mês seguinte fosse afetada negativamente.

Foram então emitidos relatórios completos de ocorrências diárias ao nível da fábrica, relatórios de nível de atendimento de ordens de clientes, ocupação de equipamentos e mão-de-obra, relatório de receitas, despesas e desempenho, entre outros.

Estes relatórios foram então analisados pelos grupos para que falhas na condução das políticas estratégicas fossem corrigidas. Com base nesta realimentação de informações a respeito do que "realmente ocorreu" ao longo do primeiro mês e com a correspondente nova situação ao final deste, os membros dos grupos foram solicitados, após extensivas análises, a tomar decisões de planejamento sobre o segundo mês. Tomadas as decisões do segundo mês, este foi então simulado, foram gerados relatórios ao final do segundo mês, e assim sucessivamente.

A grande vantagem do treinamento que foi utilizado com esta ferramenta é que o exercício é suficientemente simplificado para permitir um treinamento com duração relativamente curta e suficientemente complexo para submeter os tomadores de decisão às complexidades e dificuldades que um sistema MRPII real possui. O resultado é um treinamento intensivo, prático (onde se aprende fazendo), abrangente, denso em aquisição de conhecimentos e que aproveita com grande eficiência o tempo do pessoal envolvido.

O objetivo deste exercício foi dar aos funcionários experiência na formulação e implantação de estratégias de manufatura, para assegurar que as características do sistema de produção fossem adequadas e suportem as estratégias de marketing e da empresa como um todo.

O exercício permitiu que o usuário ganhasse experiência prática no uso de pacotes MRP II, de modo que eles permitam o alcance de importantes vantagens competitivas, como por exemplo, reduções de investimentos em estoques e de custos unitários de fabricação, com simultânea melhoria do nível de serviços prestados aos clientes. Para isso, a ferramenta de simulação inclui os módulos *Production Planning*, *Master Production Scheduling*, *Material*

Requirements Planning, Capacity Requirements Planning e Shop Floor Control, ou seja, os principais módulos operacionais encontrados nos pacotes comerciais.

Além disso, o exercício permitiu ao usuário aprender como estruturar e usar sistemas de controle da fábrica, utilizando conceitos como *just-in-time* e programação de compras para apoiar o sistema de planejamento e controle de produção.

Esta simulação foi preparatória para que na fase da real implementação os funcionários pudessem ter uma idéia global do que viria a ser o processo de implementação e quais os objetivos mais esperados para o processo.

O treinamento para lidar com o sistema real que iria ser utilizado, e o treinamento para esclarecer e localizar funções, formatos, parâmetros, foi feito individualmente. Estenderam-se a todos os funcionários do escritório e alguns do setor produtivo, como supervisores, apontadores de produção, alguns encarregados e pessoal dos almoxarifados.

A parte do treinamento que envolve as mudanças na rotina abrangeu todos na Noma, caracterizou-se pela leitura e interpretação das informações contidas nas ordens de produção e PMP's. Também foram treinados os responsáveis pelo transporte, operadores de empilhadeira, auxiliares de produção a identificar e transportar somente peças já devidamente quantificadas e baixadas no SI.

Como qualquer mudança gera contradições na equipe, uma implantação de um novo sistema de MRP II não poderia ser diferente. Muitos funcionários geraram resistência e obstáculos para sua implantação, criando dificuldades como a inadequada alimentação, ou outros que continuavam utilizando o antigo sistema em paralelo. Os obstáculos foram principalmente o setor de SI, que desenvolveu o antigo software. Alguns funcionários tiveram que ser desligados da empresa, outros deslocados para setores novos para que se desligassem do antigo sistema.

4.9 Custos

Além dos custos já citados como contratação de funcionários e empresas especializadas, custos indiretos como: dedicação integral da equipe, parada de produção para testes,

mudanças no software para sua adequação ao uso por pessoal qualificado; também custos diretos devem ser destacados.

Dentre os custos atribuídos à implementação do sistema com base em MRP II da Noma, sem dúvida o maior deles foi o custo de aquisição do software, custo este não revelado pela empresa, mas certamente na ordem de milhões.

Custos também são gerados para ampliação do sistema. Em meios contratuais, já é estimado o número de funcionários que utilizará o sistema. Em caso de ampliação, quando uma senha é acrescentada, isto é, um funcionário a mais estará autorizado a manipular o sistema, a empresa fornecedora atribui um elevado custo para cada senha.

Novas versões são lançadas no mercado, normalmente de dois em dois anos com atualizações que são mais rápidas, otimizam os processamentos e fornecem novos tipos de relatórios. As novas versões geram necessidades por serem inovadoras e dão seqüência aos interesses da empresa, isto faz com que haja outra necessidade de capital investido para adquirir a versão. A próxima está prevista para o ano de 2007.

4.10 Manutenção

Todo o trabalho de implementação não tem nenhuma serventia se não houver uma correta manutenção do sistema e quantificação dos itens produzidos. Para adquirir estes dados é necessária a informação sobre quantidade de refugo, interrupções do lote por falta de matéria-prima, peças que são retrabalhadas, perdas de ordens etc. Todas estas informações devem ser alimentadas no sistema por uma pessoa responsável por cada setor.

Como exemplo, pode-se citar o caso de uma chapa de ferro que é dobrada, então furada para seguir para uma montagem por solda: o pedido da peça terá em seu roteiro uma dobra e um furo, com seu desenho e medidas especificadas, para então seguir para o depósito de onde será montada. O sistema deve ter a informação de quando ela foi dobrada, quantas peças, quando foi furada e quantas peças, para ele computar o consumo de ferro e alimentar o estoque da solda. O responsável deve alimentar o sistema em cada etapa.

Todos os produtos devem ter suas quantidades exatas especificadas de itens produzidos, itens comprados, cada movimentação de recebimento, operações, armazenagem especificada em detalhe, para um completo controle e andamento do sistema. Qualquer erro pode acarretar equívocos progressivos no sistema como uma bola de neve.

Com o exemplo, pode-se supor que um semi-reboque consuma 1.000 arruelas para ser produzido, se o sistema for alimentado com 1.001, cada item produzido irá acumular uma peça a mais, depois de certa quantidade de semi-reboques vendida, o sistema irá gerar um novo pedido de lote, que é desnecessária, e se acumulará nos depósitos gerando custos. Isto serve para todas as peças em suas quantidades e pesos unitários.

Devido este acúmulo, um erro de baixa compromete as quantidades armazenadas virtualmente no estoque, e com o decorrer do processo, o erro fica quase sem rastreabilidade para correção, isto faz com que seja necessário de tempos em tempos, fazer um inventário geral de todas as peças, em todos os depósitos de todos os setores. Na Noma, isto é feito anualmente, pois são necessários dois dias de parada parcial da fábrica para o inventário, e mais dois dias para cadastramento. A matéria-prima em depósito é toda pesada, as quantidades de material semi-manufaturado são contadas em cada depósito, em cada caixa, cada palet, em cada bancada de cada operador. Todas as sucatas geradas em furadeiras, tornos, recortadeiras devem ser pesadas. Depois de todo este inventário, o sistema é zerado e estas informações são alimentadas, seguindo-se então novamente a rotina de trabalho.

Atualmente todas estas manutenções necessárias estão sendo eficazes e o sistema está em seu perfeito funcionamento há seis anos, observou-se grandes retornos dos investimentos, que são de difícil estimação, e são gerados apenas em longo prazo, mas foram e estão sendo satisfatórios.

4.11 Contribuição Pessoal

O processo de implementação descrito ocorreu no período 1999 a 2002, como o autor deste presente trabalho não fez parte do grupo de funcionários da época, não se pôd ter uma contribuição direta para o processo de implementação.

A contribuição deu-se através do levantamento das informações existentes, muitas das quais estavam esquecidas ou perdidas no decorrer do tempo. Os dados levantados puderam destacar o foco central do uso do MRP II, foco que muitas vezes é desviado pelas mudanças que vem ocorrendo desde a implementação.

O trabalho desenvolvido está disponível ao acesso dos funcionários da Noma, e a contribuição pessoal pode advir de um estudo por parte dos interessados a informar-se a respeito deste histórico ou desenvolver um estudo mais aprofundado sobre o assunto.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que muitas vantagens são obtidas através de um esforço contínuo pelo avanço da informação e seus sistemas de controle, como analisado no estudo da empresa Noma, onde dentro de mais de 10.000 diferentes tipos de peças processadas pode-se, com apenas o código ou nome de qualquer material, observar o desenho da peça, as matérias-primas utilizadas, o tempo de fabricação, qual componente vai formar no equipamento pronto, em que lugar da empresa é armazenada, qual a quantidade está disponível no momento, quantidade que está sendo processada e seu custo de fabricação. O sistema irá gerar as necessidades de material no momento exato através dos pedidos de compra. Para estas informações estarem corretas e atualizadas, vai depender da dedicação e desempenho da equipe para gerenciar a informação e o SI.

O gerenciamento de uma organização através de softwares de cálculo ou pode ser muito eficaz ou pode ser ineficiente, isto irá depender de sua implementação e manutenção.

Através da revisão dos conceitos existentes na literatura, dos estudos práticos realizados e da experiência adquirida ao longo do trabalho, puderam-se observar quais são os pontos críticos que devem ser seguidos para obter êxito da empresa que vier a utilizá-lo, fazer uma listagem dos fatores fundamentais para a informatização de uma empresa, analisar a maioria dos fatores que podem gerar satisfação na implementação e fornecer ao leitor do presente trabalho a maioria das informações necessárias para informatizar uma organização no que se refere a treinamentos, redução de custos, e redução de tempo de implementação.

O presente trabalho pode não servir como um manual genérico e infalível para implementação do SI, mas expõe uma fundamentação básica para se realizar mais estudos e avaliar o melhor modo para se reduzir erros, e com isto evitar prejuízos desnecessários à organização

REFERÊNCIAS

- CERRI, M. L., CAZARINI, E. W. Fatores determinantes do sucesso ou fracasso dos executivos ao investirem em tecnologias da informação. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, IX. – SIMPEP, 2002, Bauru. **Anais SIMPEP 2002**. Bauru: UNESP, 2002.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, I. G. N. *Just in time, MRP II e OPT*. São Paulo: Atlas, 1993.
- GODINHO, M.; FERNANDES, F. F. Redução da instabilidade e melhoria do sistema MRP. **Revista Produção**, São Carlos, vol 6, n. 1, 2006.
- CASTRO J. E. et al. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. In: ENEGEP 2004, Florianópolis. **Anais de resumos**. Florianópolis: ABEPRO, 2004.
- LAURINDO, B. F. et al. Selecionando uma aplicação da tecnologia da informação com enfoque na eficácia: um estudo de caso para sistema de PCP. **Revista Gestão e Produção**, São Paulo, vol 9, n. 3, 2002.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**, 2ª edição. São Paulo: Pioneira, 1996.
- LAURINDO, B. F.; MESQUITA, A. M. *Material requirements planning: 25 anos – uma revisão do passado e prospecção do futuro*. **Revista Gestão e Produção**, São Paulo, vol 7, n. 3, 2000.
- PADILHA, Cássia C. A.; MARTINS, Fernando S. A. Publicação, sistemas ERP (SAP, MRP e MRP II) características, custos e tendências. **Revista Produção**, São Carlos, vol. 15, n. 1, 2005.
- RUSSOMANO, Victor H. Planejamento e controle da produção, 6ª edição. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SALAZAR, A. J.; SOARES, R. R. Mudanças organizacionais decorrentes da implementação do ERP - XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. In: ENEGEP 2005, Florianópolis. **Anais de resumos**. Florianópolis: ABEPRO, 2004.
- Slack, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874