

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

**Gerenciamento de estoques em indústria de produção
intermitente**

Tiago Braz Volpato

TCC-EP-62-2007

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

**Gerenciamento de estoques em indústria de produção
intermitente**

Tiago Braz Volpato

TCC-EP-62-2007

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientadora: Prof.^a Maria de Lourdes Santiago Luz

Tiago Braz Volpato

Gerenciamento de estoques em indústria de produção intermitente

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:

Orientadora: Prof^a. Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC

Prof^a. Márcia Marcondes Altimari Samed
Departamento de Informática, CTC

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus por ter dado a oportunidade de vivenciar momentos maravilhosos ao lado dos amigos durante toda a vida acadêmica. Também aos familiares pelo apoio dispensado em todas as horas.

Um agradecimento especial a Fabiana pela compreensão durante a elaboração deste trabalho, visto que demanda de muito tempo.

Lembrando sempre dos amigos que estiveram juntos em todas as situações difíceis, nos desafios apresentados pela vida, vencidos pelo companheirismo.

Enfim, agradeço a todos por todas as vezes que caímos juntos, mas principalmente por todas as vezes que levantamos.

RESUMO

A administração de materiais tem função muito importante na logística do negócio. É um setor onde se pode obter grandes ganhos tanto em redução de custos, quanto em melhoria da operacionalidade do processo. O objetivo do presente trabalho é o estudo da logística interna de uma indústria de embalagens, visando reduzir os custos relacionados ao armazenamento de materiais e melhorar o desempenho operacional da empresa. Foram utilizadas metodologias de administração de estoques que permitiram a implantação de processos de gestão estruturados garantindo os resultados desejados. Foram levantados os principais problemas, suas causas e possíveis soluções. Com a implementação de todas as propostas conseguiu-se uma redução do custo do produto de 30%, o desempenho operacional também obteve uma sólida melhoria, pois os procedimentos foram bem estabelecidos, contemplando as possibilidades de erro. Alguns indicadores, como percentual de ocupação dos estoques, não alcançaram os resultados esperados, porém observou-se a sua evolução mostrando que a metodologia adotada caminha para atingir a meta. Neste caso, o que faltou foi o tempo, com um período maior de observação dos resultados certamente chegariam ao valor desejado. Concluindo que o departamento de logística deve ser regido pela teoria de administração de materiais, que apresenta toda a fundamentação para o desenvolvimento de processos confiáveis com os menores custos possíveis.

Palavras-chave: Administração de materiais. Controle de estoques. Gestão de planejamento.

SUMÁRIO

RESUMO	v
SUMÁRIO	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 DEFINIÇÕES, OBJETIVOS E FUNÇÕES DA ARMAZENAGEM DE MATERIAIS.....	3
2.2 TIPOS DE ESTOQUES	6
2.3 CUSTOS ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE ESTOCAGEM.....	7
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	8
2.5 ESTOQUES DE SEGURANÇA.....	10
2.6 AS TRÊS DECISÕES BÁSICAS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES.....	13
2.6.1 <i>Quanto pedir?</i>	13
2.6.2 <i>Quando pedir?</i>	16
2.6.3 <i>Como controlar o sistema?</i>	17
2.7 OS INDICADORES DA ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS	19
2.8 AMBIENTES DE MANUFATURA.....	20
3 ESTUDO DE CASO	21
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	21
3.2 DEMANDA QUE GEROU A NECESSIDADE DO ESTUDO.....	23
3.3 ANÁLISE DO ESTUDO E PROPOSTAS DE MELHORIA.....	25
3.3.1 <i>Realização de um inventário</i>	26
3.3.2 <i>Melhoria na comunicação entre PCP e vendas</i>	27
3.3.3 <i>Divisão do layout do armazém</i>	27
3.3.4 <i>Controle de entradas e saídas</i>	28
3.3.5 <i>Endereçamento</i>	29
3.3.6 <i>Gestão de planejamento</i>	30
3.3.7 <i>Ponto de desacoplamento</i>	32
3.3.8 <i>Controle dos estoques</i>	33
3.3.8.1 <i>Itens produtivos</i>	34
3.3.8.2 <i>Itens improdutivos</i>	35
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÃO.....	40
GLOSSÁRIO.....	41
REFERÊNCIAS.....	42

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: PADRÕES DE CUSTOS GERADOS PELA VARIAÇÃO NO TAMANHO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA.....	13
FIGURA 2: PERFIL DO NÍVEL DE ESTOQUE GERADO PELO LEC.....	14
FIGURA 3: PERFIL DO NÍVEL DE ESTOQUE GERADO PELO LEP.....	15
FIGURA 4: CÓDIGO DE ENDEREÇAMENTO.....	17
FIGURA 5: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO.....	22
FIGURA 6: PERFIL DO ESTOQUE DE PA.....	23
FIGURA 7: PERFIL DO ESTOQUE DE PSA 1.....	23
FIGURA 8: PERFIL DO ESTOQUE DE PSA 2.....	24
FIGURA 9: ESBOÇO ESQUEMÁTICO DA FÁBRICA ANTES DO RE-LAYOUT.....	28
FIGURA 10: ESBOÇO ESQUEMÁTICO DA FÁBRICA DEPOIS DO RE-LAYOUT.....	28
FIGURA 11: CÓDIGO DE ENDEREÇAMENTO PROPOSTO.....	30
FIGURA 12: FLUXO GERAL DE PLANEJAMENTO.....	31
FIGURA 13: PONTO DE DESACOPLAMENTO.....	33
FIGURA 14: ÁRVORE DE COMPOSIÇÃO DO PRODUTO.....	34
FIGURA 15: PERFIL DOS ESTOQUES.....	36
FIGURA 16: PERCENTUAL DE REDUÇÃO DOS ESTOQUES AO LONGO DO TEMPO.....	37
FIGURA 17: TEMPO DE COBERTURA.....	38
FIGURA 18: REDUÇÃO DE CANCELAMENTOS.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO ABC DOS MATERIAIS	9
TABELA 2: VALORES DO COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL	11
TABELA 3: NÚMERO DE DESVIOS PADRÕES	12
TABELA 4: PERCENTUAL DE OCUPAÇÃO DOS ESTOQUES	24
TABELA 5: PERCENTUAL DE PARADA DE EQUIPAMENTO POR FALTA DE MATERIAIS.....	25
TABELA 6: REDUÇÃO DA OCUPAÇÃO DOS ESTOQUES.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCP	Planejamento e Controle de Produção
LEC	Lote Econômico de Compra
LEP	Lote Econômico de Produção
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
PSA	Produto Semi-acabado
PA	Produto Acabado
SA	Semi-acabado
MP	Matéria-prima
PEPS	Primeiro a entrar, primeiro a sair
PMP	Plano Mestre de Produção
MTO	<i>Make to Order</i>
MTS	<i>Make to Stock</i>

1 INTRODUÇÃO

Os estoques existem para compensar as ineficiências da empresa, pois se conseguissem atender um pedido imediatamente quando este é colocado, não haveria necessidade de armazenagem de materiais. Portanto, é preciso que se tenha uma produção com maior eficiência e eficácia possíveis, diminuindo o tamanho do estoque. O processo de armazenamento de materiais, ao contrário dos processos produtivos, não agrega valor nenhum ao produto, só aumentam os custos, por isso deve ser estudado com o propósito de diminuição do custo do produto final.

Existem alguns pontos que merecem atenção especial no estudo dos estoques, dentre os quais se destacam estoques de segurança, lotes econômicos de fabricação, controle de localização no estoque, controle dos níveis dos estoques. Cada item deve ser analisado de maneira a otimizar o estoque como um todo.

Nas empresas onde não se tem um bom planejamento de produção e gestão de estoque, podem ocorrer situações que aumentam o custo dos produtos desnecessariamente. Quando se dispõe de um armazém com grande espaço físico, por exemplo, se o PCP (Planejamento e Controle da Produção) não tiver uma boa visão da cadeia de suprimentos e da estratégia da empresa, pode planejar a produção, visando diminuir o *lead time* do processo de entrega, de modo que fique com o estoque cheio de produtos. Tal planejamento pode comprometer novas ordens de produção que demandam um local para armazenagem que não esteja disponível. O espaço pode estar sendo ocupado por um item desnecessário no momento e um outro, necessário, pode ser prejudicado.

No caso citado, o problema não é o tamanho do armazém como pode parecer, e sim falha de planejamento. Sendo assim, a cadeia produtiva sempre deve ser analisada como um todo.

Não adianta entregar o produto rapidamente, mas com um custo relativamente alto. Isso foge ao conceito de qualidade que consiste em fazer um produto que atenda as necessidades do cliente, com baixo preço e entrega no prazo.

Com grandes níveis de estoque, consegue-se atender a uma das solicitações do conceito de qualidade, que é o tempo de entrega, mas deixa-se a desejar em preço, e possivelmente em

atendimento das especificações. Dentro dos armazéns, os produtos podem sofrer deterioração, perda de propriedades essenciais, entre outros.

Até a década de 1980, a cadeia de suprimentos tinha um tratamento todo segmentado, cada setor tinha sua gestão isolada, e a partir dessa época começou a haver uma integração flexível de toda a cadeia. Essa integração contribuiu para a introdução dos pensamentos em “estoque zero”, *Kaisen*, *Just in time*, e outros. Em cima disso é que se traçou a estratégia de utilizar a logística como vantagem estratégica, tratando a otimização dos processos de forma integrada.

O objetivo do estudo do gerenciamento de estoque é diminuir o capital investido em estoques sem prejudicar o andamento das operações. A administração dos estoques tem influência significativa na lucratividade das empresas e na qualidade dos produtos. Para isso é preciso ter uma gestão sólida, bem planejada, pois isso traduzirá se a empresa tem uma logística eficiente. Esse setor deve ser estudado afundo porque terá um impacto relevante nos custos dos produtos finais.

O trabalho será estruturado em capítulos. O Capítulo 1 compreende a introdução, com a apresentação do tema em estudo, o objetivo e estrutura de composição do trabalho. O Capítulo 2 apresenta revisão bibliográfica, compreendendo a fundamentação teórica, que serve de suporte à compreensão e desenvolvimento do estudo de caso. A revisão apresenta as definições, funções e os objetivos da estocagem de materiais, os diferentes tipos de estoques, os custos envolvidos no processo de estocagem, o método de classificação de materiais, detalha melhor alguns pontos do gerenciamento de estoques, que são os estoques de segurança, métodos de definição de lotes econômicos, pontos de reposição, métodos de controle do sistema. O Capítulo 3 refere-se ao estudo de caso em uma indústria de embalagens que tem produção intermitente, em que no desenvolvimento do trabalho são apresentados os problemas encontrados, as causas e as ações de melhoria. Apresentam-se também métodos de cálculos utilizados e as justificativas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Definições, objetivos e funções da armazenagem de materiais

O estoque é definido por Slack *et al.* (2002), como sendo a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação.

Segundo Slack *et al.* (2002), os estoques existem porque há diferença entre a taxa de fornecimento e demanda, se essas taxas fossem iguais o item não precisaria ser estocado. Para o conceito *Just in Time* deve existir um equilíbrio entre essas taxas, mantendo o mínimo de estoques possível.

Martins e Laugeni (2005), também têm a mesma visão sobre os estoques, dizendo que a administração de materiais tem impacto direto no custo do produto, por isso deve ter uma gestão o mais *just in time* possível.

Mayer (1981) define a função dos estoques como sendo a compensação de erros cometidos na projeção de demanda de produtos. Eliminando todas as outras razões para a existência de estoques, se fosse possível ter uma previsão de demanda exata, não haveria necessidade de manter materiais estocados. A estocagem pode permitir uma utilização mais econômica dos equipamentos, das instalações e da mão-de-obra.

“O armazenamento de materiais é uma atividade especializada e consiste em armazenar adequadamente os materiais para que seja possível sua rápida recuperação e a manutenção dos níveis de qualidade e para que a entrega seja facilitada” (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Moura (1997) cita que a armazenagem consiste em uma atividade ampla e complexa a serviço do processo produtivo e distributivo, guiando estes a uniformidade e continuidade. Também engloba as atividades com as mercadorias movimentando-as e conservando-as. Enfatiza também que deve ser utilizado o espaço nas três dimensões otimizando a ocupação, que sempre deve ser medida em metros cúbicos. O espaço desperdiçado é mais caro do que a mão-de-obra nas mesmas condições, pois o espaço está a serviço da empresa em todos os instantes.

A necessidade da armazenagem de materiais, segundo Moura (1997), pode ser mostradas por vários fatores:

- Necessidade de compensação das diferentes capacidades das fases da produção;
- Equilíbrio sazonal – pela independência em que se encontram a fase de aquisição e a de armazenagem;
- Garantia da continuidade da produção – é essencial regular a montagem dos produtos;
- Custos e especulação – convém aguardar uma oportunidade de obtenção de ganhos ou de estabilização das conjunturas.

Segundo Tubino (2000), existem algumas funções para as quais são criados e mantidos os estoques, são elas:

- Garantir a independência entre as etapas produtivas: quando existem etapas sequenciais em um processo e uma depende da anterior terminar para essa iniciar, se um problema ocorre em uma etapa afeta toda a cadeia do processamento, por isso os estoques entre os processos ajudam a garantir a independência das etapas. Se ocorrer um problema, ainda tem-se algum tempo de produção garantido pelo estoque.
- Permitir uma produção constante: quando a demanda ou a oferta tem um comportamento sazonal, ou seja, não estão disponíveis sempre na mesma intensidade, o que se faz é utilizar os estoques para compensar essas diferenças. Por exemplo, uma produção onde a demanda não é constante, tendo um período de baixa e outro de alta. Durante o primeiro período se mantém o ritmo de produção originando o estoque, e no segundo período vendem-se os produtos estocados, mantendo o mesmo nível de produção, evitando grandes saltos de ritmo de produção.
- Possibilitar o uso de lotes econômicos: algumas operações só permitem a produção ou movimentação econômica em lotes maiores do que a demanda imediata, sendo assim isso gera um excedente, que fica armazenado.
- Reduzir o *lead time* produtivo: os estoques intermediários permitem pular etapas do processo produtivo, diminuindo assim o tempo entre o pedido e a entrega.
- Como fator de segurança: estoques de segurança são utilizados para administrar variações aleatórias na demanda, quebras de equipamentos, absenteísmos, má

qualidade de produtos produzidos, entregas de matérias-primas fora do tempo, entre outros.

- Para obter vantagens de preço: pode-se obter descontos na compra de grandes lotes de materiais, ou então armazená-los em níveis mais altos para se prevenir de possíveis aumentos de preço.

Em algumas operações o valor dos estoques é pequeno comparado com o custo dos insumos totais, em outras será muito maior, principalmente onde a armazenagem é o principal propósito da operação. Em alguns casos os custos dos estoques são tão altos que nem são incluídos em demonstrativos financeiros da empresa, por exemplo, em refinarias de metais preciosos.

Moura (1997) cita que as funções dos estoques são conseguir que a produção mantenha seu ciclo econômico e de produtividade, limitar os efeitos negativos de previsões erradas, conseguir um aproveitamento mais eficaz dos meios de produção, permitir uma divisão do sistema produtivo podendo introduzir controles oportunos.

Monks (1987) diz que os estoques são recursos ociosos que possuem valor econômico. Todos os estoques visam facilitar as atividades de produção e servir clientes, porém tudo isso depende do emprego de capital de giro, que pode não estar tendo o retorno sobre o investimento ou pode ser necessitado com urgência em outra parte da empresa. Apresenta os principais motivos para fazer estoques, que são: atender aos clientes com demandas variáveis, proteger contra erros de suprimentos, faltas e estoque esgotado, garantir independência das etapas produtivas, facilitar a produção de vários produtos numa mesma instalação.

Moura (1997) define que o objetivo dos estoques é estabelecer um ciclo produtivo e distributivo de forma contínua. Eliminar ou reduzir drasticamente o nível dos estoques, resulta em uma série de problemas que devem ser levados em consideração, como, estabilidade dos mercados a longo prazo, ciclos produtivos e distributivos mais organizados e pouco variáveis. Não é fácil apresentar uma solução para estas questões, portanto é preciso prever quais as quantidades e períodos de duração dos materiais armazenados. Os objetivos específicos da armazenagem de materiais são maximizar a utilização da mão-de-obra, equipamento, espaço, energia, maximizar o giro de estoques, o acesso a todas as mercadorias, a proteção a todos os itens, controle de perdas, serviço aos consumidores, maximizar a produtividade e minimizar os custos.

Moura (1997) cita também algumas razões para não se manter os armazéns:

- O custo dos materiais armazenados;
- O custo das instalações, mão-de-obra, administrações;
- A mobilização de capital;
- Ocupação de espaço físico;
- Requerimento de estruturas administrativas;
- Deterioração de materiais;
- Custos de movimentação.

2.2 Tipos de estoques

Primeiramente Moura (1997) classifica os armazéns em dois grandes grupos, os **armazéns de produção** (matérias-primas, peças compradas, materiais em processo, produtos acabados, peças de manutenção, suprimentos diversos, ferramentas, embalagem) e **armazéns de distribuição** (atacadistas, varejistas, assistência técnica – peças de reposição).

A diferença nas taxas de fornecimento e demanda tem várias possíveis razões, sendo assim cada uma gera um tipo de estoque diferente. Slack *et al.* (2002) apresenta quatro tipos de estoques.

- O **estoque de proteção**, cujo propósito é compensar incertezas relacionadas ao fornecimento e demanda. Consiste em sempre deixar uma quantidade de itens armazenados para poder cobrir um possível aumento da demanda.
- O **estoque de ciclo** ocorre em situações onde um ou mais processos não conseguem fornecer simultaneamente todos os itens que produzem, somente um tipo de item pode ser produzido por vez. Sendo assim é preciso produzir lotes de cada item que atendam a demanda até que esse possa ser produzido novamente.
- O **estoque de antecipação** acontece quando as variações de demanda ou fornecimento são grandes, porém previsíveis. Quando se sabe que só se poderá adquirir certo

produto em uma determinada época do ano, e precisa-se estocar este item até a próxima oportunidade de compra, é o que acontece com alimentos de safra.

- O **estoque no canal** representa os materiais que estão em trânsito, quando não podem ser transportados instantaneamente entre o ponto de fornecimento e demanda, todo material em trânsito está em estoque no canal.

Moura (1997) apresenta cinco categorias de estoques:

- **Estoque de segurança:** protege a organização das incertezas de fornecimento ou demanda.
- **Estoque sazonal:** justifica-se pela dependência de certos produtores entre as fases de produção, aquisição e distribuição, como periodicidade das colheitas, efeitos da moda, etc.
- **Estoque estratégico:** visa preparação para uma campanha de vendas ou para a interrupção da produção no caso de uma mudança de fábrica, por exemplo.
- **Estoque especulativo:** quando convém aguardar uma oportunidade de obtenção de ganhos ou de estabilização de conjunturas.
- **Estoque indefinido:** ninguém conhece, é identificado como obsoleto ou de itens descontinuados.

2.3 Custos envolvidos no processo de estocagem

Existem alguns tipos de custos que devem ser considerados, como explica Martins e Laugeni (2005), são os custos fixos, como por exemplo, utilização do imóvel, dos equipamentos de movimentação e armazenamento, mobiliário, seguros, mão-de-obra, etc. Os custos variáveis são os de manutenção do estoque, deterioração, obsolescência, materiais operacionais, manutenção dos equipamentos, etc.

Slack *et al.* (2002) apresenta algumas definições para alguns tipos de custos inerentes ao estoque:

- Custo de colocação de pedido: essa categoria inclui tarefas de escritório de preparo do pedido, documentação, arranjo para que se faça a entrega, arranjos para pagamento ao fornecedor, custos de manter as informações necessárias.
- Custos de descontos de preços: os fornecedores geralmente concedem descontos para compras de grandes quantidades. Se os pedidos forem feitos em quantidades pequenas, não se ganha desconto, mas tem-se um menor custo de estocagem.
- Custos de falta de estoque: quando ocorre falta de algum item em estoque, se este for um produto final, o descontentamento é diretamente do cliente externo, podendo até trocar de fornecedor; se for um cliente interno, pode gerar tempo ocioso para o processo seguinte, ineficiência, e conseqüentemente o descontentamento do cliente externo.
- Custo de capital de giro: após a compra de um bem dos fornecedores, eles vão demandar pagamento, e quando se vende os produtos aos clientes esses vão efetuar o pagamento, porém existe uma diferença temporal entre essas duas situações, portanto dentro desse período é preciso ter fundos para manter os estoques. Os custos associados ao capital de giro são os juros pagos pelos empréstimos, ou custos de oportunidade, pois o capital poderia ter sido investido em outros lugares.
- Custos de armazenagem: são os custos de locação, climatização, iluminação, segurança, etc.
- Custos de obsolescência: com altos níveis de estoques corre-se o risco de os produtos de se tornarem obsoletos ou se deteriorar devido ao tempo e condições de armazenagem.
- Custos de ineficiência de produção: com altos níveis de estoques não é possível detalhar todos os problemas que ocorrem em todo o processo da empresa como um todo.

2.4 Classificação dos materiais

Segundo Moura (1997), a primeira classificação que pode ser feita divide os materiais em diretos e indiretos. Os diretos são aqueles que se incorporam ao produto por meio de

transformações físico-químicas, os indiretos são todo o restante que a empresa utiliza e não se incorpora no produto.

Outra classificação citada é pela curva ABC ou análise de Pareto, para isso existem procedimentos para facilitar a construção da curva. Primeiramente listar todos os materiais, em seguida determinar as medidas típicas que serão utilizadas (venda anual, ocupação de espaço), listar em ordem decrescente as medidas típicas, calcular os valores acumulados ou percentuais sobre o total de medidas, identificarem no alto da lista os produtos que representam 80% do total das medidas e 20% dos itens, a próxima categoria deve aproximar-se de 15% das medidas e 30% dos itens, o restante representa 5% da medida e 50% dos itens. A Tabela 1 exemplifica o método de classificação.

Tabela 1: Classificação ABC dos materiais

Ordem	Código do Material	Valor \$	Porcentagem			
			Valor Acumulado \$	Absol. Acum.		
1°	10.02	1500,00	1500,00	39,00%	39,00%	A = 65%
2°	10.05	1000,00	2500,00	26,00%	65,00%	
3°	10.10	640,00	3140,00	17,00%	82,00%	B = 25%
4°	10.03	200,00	3340,00	5,00%	87,00%	
5°	10.01	150,00	3490,00	3,00%	90,00%	C = 10%
6°	10.09	100,00	3590,00	2,90%	92,90%	
7°	10.08	90,00	3680,00	2,80%	95,70%	C = 10%
8°	10.07	75,00	3755,00	2,10%	97,80%	
9°	10.06	60,00	3815,00	1,60%	99,40%	
10°	10.04	20,00	3835,00	0,60%	100,00%	
Soma.....		3835,00				
(Investimento Total)						

Fonte: MOURA (1997)

Moura (1997) analisa a Tabela 1 da seguinte forma: a classe A representa 20% dos itens e 65% do investimento total, a classe B representa 30% dos itens e 25% do investimento, a classe C representa 50% dos itens e 10% do investimento.

Segundo Slack *et al.* (2002), os itens classe A deve conter os 20% de itens de alto valor que somam 80% do valor total do estoque. Os itens classe B devem abranger aqueles de valor médio, representam 30% dos itens e 10% do valor. Os da classe C os itens de baixo valor que compreendem cerca de 50% dos itens e 10% do valor.

2.5 Estoques de Segurança

Moura (1997) define estoque de segurança (ER) como a quantidade que garante o consumo ou as vendas em caso de atrasos de fornecimento, ou aumento na taxa de consumo ou vendas.

O estoque de segurança é calculado através da equação:

$$ER = CM \times Ms \quad (1)$$

Onde:

CM = Consumo médio

Ms = Margem de segurança

Segundo Martins e Laugeni (2005), os estoques de segurança existem para proteger o sistema quando a demanda e o tempo de reposição variam. Seu dimensionamento é função da variação da demanda que pode ser representada pelo desvio padrão da variação do tempo de reposição (σ_L) e da demanda (σ_D).

Considerando a demanda seguindo distribuição normal e o tempo de reposição fixo, a fórmula do tamanho do estoque de segurança é:

$$Es = Z \times \sigma_D \times \sqrt{L} \quad (2)$$

Onde:

Es = estoque de segurança

Z = coeficiente de distribuição normal em função de nível de estoque desejado

L = tempo de reposição

Os valores de Z seguem a tabela 2 abaixo

Tabela 2: Valores do coeficiente de distribuição normal

CLASSE DO ITEM	A	B	C
Nível de serviço mínimo	70%	80%	90%
Valor de Z mínimo	0,53	0,84	1,28
Nível de serviço máximo	80%	90%	95%
Valor de Z máximo	0,84	1,28	1,65

Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

Já considerando a demanda e o tempo de reposição variáveis de acordo com a distribuição normal, a fórmula para cálculo do tamanho do estoque de segurança fica:

$$Es = Z \cdot (\sigma_D^2 \cdot L_m + D_m^2 \cdot \sigma_L^2)^{1/2} \quad (3)$$

Onde:

L_m = tempo médio de reposição

D_m = demanda média

Tubino (2000) entende que os estoques de segurança existem para absorver as variações de demanda durante o tempo de ressuprimento, ou variações do tempo propriamente dito, pois apenas neste período que os estoques podem se acabar e causar problemas. Os estoques de segurança são amortecedores para erro do *lead time*. Hoje em dia está se dando mais enfoque em diminuir os níveis de estoques e atuar na prevenção dos erros e não na correção. O nível de serviço citado por Martins e Laugeni (2005) é definido por Tubino como sendo o risco que se pretende correr estabelecendo tais níveis de estoque. Por exemplo, se um produto tem uma frequência de reposição de 52 vezes por semana e admite-se que ele possa faltar 4 vezes, isso implica num nível de serviço de 92%.

$$\text{Nível de Serviço} = 1 - \left(\frac{4}{52} \right) = 92\% \quad (4)$$

Considerando que o tempo de ressuprimento siga uma distribuição normal, Tubino (2000) define o tamanho do estoque de segurança como:

$$Q_s = k \cdot \sigma \quad (5)$$

Onde:

Q_s = estoque de segurança

K = número de desvios padrões

σ = desvio padrão

Conforme o nível de serviço desejado Tubino apresenta o número de desvios a considerar conforme a Tabela 3:

Tabela 3: Números de desvios padrões

Nível de Serviço	k
80%	0,84
85%	1,03
90%	1,28
95%	1,64
99%	2,32
99,99%	3,09

Fonte: TUBINO (2000)

Slack *et al.* (2002) cita que a principal consideração na determinação do estoque de segurança não é o nível médio de estoque quando chega um pedido, mas que o estoque não acabe antes de chegar o pedido de reabastecimento.

Monks (1987) apresenta a fórmula de cálculo do nível de estoque de segurança como:

$$ES = D_{NNA} - D_{méd} \quad (6)$$

Onde:

ES = estoque de segurança

D_{NNA} = demanda máxima

$D_{méd}$ = demanda média

Segundo Mayer (1981), à medida que o tamanho do estoque de segurança aumenta alguns custos decrescem e outros aumentam. Os custos decrescentes são aqueles de encomendas perdidas, alteração da programação, e os custos crescentes são ligados à manutenção do

estoque. Existe um ponto onde a somatória dos custos é mínima, sendo esse o estoque de segurança mais econômico. O gráfico da Figura 1 é apresentado por Mayer para ilustrar.

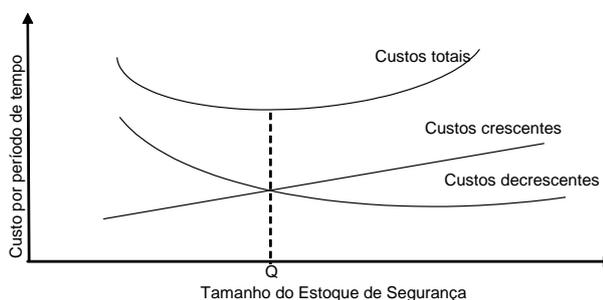


Figura 1: Padrões de custos, gerados pela variação no tamanho do estoque de segurança (Mayer, 1981)

2.6 As três decisões básicas do gerenciamento de estoques

Dentro do gerenciamento de estoques existem três decisões básicas a serem tomadas que são muito importantes, são elas: quanto pedir, quando pedir e como controlar o sistema.

2.6.1 Quanto pedir?

A primeira diz respeito ao volume de ressuprimento, ou seja, a quantidade que deve ser pedida a cada compra, para itens comprados, ou produção, para itens manufaturados.

Para Slack *et al.* (2002), um tema que deve ser estudado é o custo envolvido. Devem ser equilibrados dois conjuntos de custos, o custo de colocação de pedido e o custo de manutenção de estoques. Por um lado é bom manter um nível de estoque baixo, diminuindo o custo de manutenção do estoque e o aporte de capital em cada compra, por outro lado aumentariam o número de pedidos, aumentando o custo de colocação de pedido.

Segundo Mayer (1981), o termo controle de estoques refere-se à necessidade de controlar os produtos, ou seja, quais os níveis de estoques que são economicamente viáveis de serem mantidos. O motivo da tomada de decisão com relação às quantidades de materiais a serem adquiridos, seja por compra ou fabricação, é que existem vantagens e desvantagens associadas aos custos. A empresa deve determinar qual é o nível mais econômico, ou seja, o mais vantajoso, para cada item de estoque, e então manter esse nível.

Para itens comprados é preciso fazer a seleção dos fornecedores e emitir o pedido. A seleção envolve vários fatores como identificar os fornecedores, agrupar os itens que podem ser

fornecidos por uma mesma empresa, avaliar as condições de qualidade, confiabilidade de entrega, etc.

Para Tubino (2000), a determinação do tamanho do lote de reposição é obtida através da análise dos custos envolvidos no processo de reposição e armazenagem. O melhor lote de reposição é conhecido como Lote Econômico. Segundo Slack *et al.* (2002), essa abordagem tenta encontrar o melhor equilíbrio entre as vantagens e desvantagens de manter os estoques. Para isso desenvolveu-se uma fórmula, conforme apresenta Martins e Laugeni (2005):

$$LEC = \sqrt{\frac{2.Cp.D}{Cc.J}} \quad (7)$$

Onde:

LEC – Lote econômico de compra

Cp – Custo de fazer um pedido de compra

D – Demanda do item para o período considerado

Cc – Custo unitário do material comprado

J – Taxa de juros do período

O LEC gera um perfil de estoque com a seguinte característica:

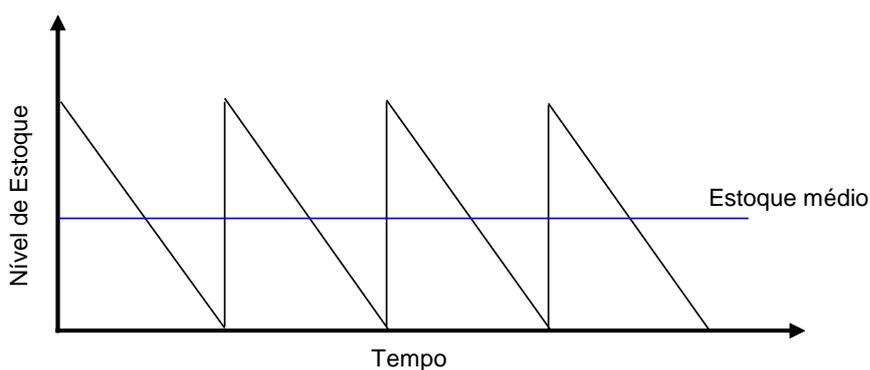


Figura 2: Perfil do nível de estoque gerado pelo LEC (SLACK *et al.*, 2002)

Outra abordagem utilizada por Slack *et al.* (2002), é a do Lote Econômico de Produção (LEP). Leva em conta que a cada pedido colocado para a produção de um lote peças em uma máquina, essa vai começar a produzir em um ritmo constante, portanto as peças vão entrar em estoque em um fluxo contínuo e a demanda continua a acontecer. Após a produção do lote

completo, a máquina passa a produzir outro produto e a demanda continua consumindo o estoque. Isso gera um perfil de estoque conforme a Figura 3.

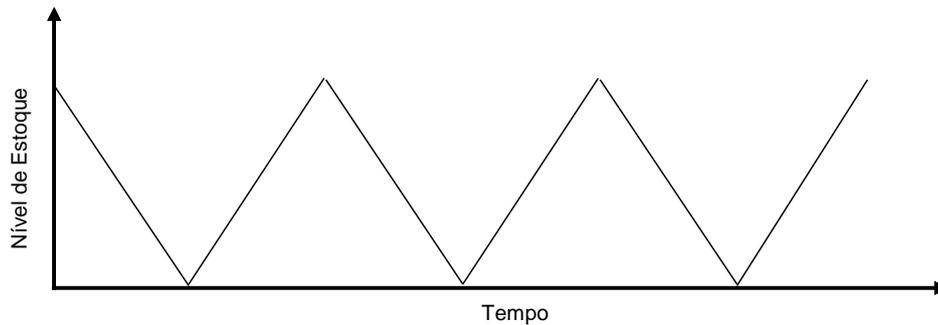


Figura 3: Perfil do nível de estoque gerado pelo LEP (SLACK *et al.*, 2002)

A fórmula para o cálculo do LEP é apresentada por Slack *et al.* (2002):

$$LEP = \sqrt{\frac{2.C_p.D}{C_c.(1-(D/P))}} \quad (8)$$

Onde:

LEP – Lote econômico de produção

C_p – Custo de fazer uma troca de produto na máquina

D – Demanda do item para o período considerado

C_c – Custo de estocagem

P – Taxa de produção

Segundo Tubino (2000), o conceito de lote econômico deve ser tratado de uma forma diferente, não como um valor fixo, mas sim como uma faixa de valores aceitáveis. O autor apresenta uma demonstração que chega a conclusão de que um aumento de 10% no tamanho do lote ideal acomete uma variação dos custos totais de apenas 1%.

Após a emissão de pedidos de compra, ordens de produção, estes têm que receber um número de identificação para poder ser acompanhado durante o processo, deve ser acompanhado desde o início até o fechamento do pedido ou ordem.

2.6.2 Quando pedir?

A segunda decisão citada por Slack *et al.* (2002) para o gerenciamento de estoques diz respeito ao tempo, quando se deve colocar uma ordem de compra ou fabricação. Existe uma diferença temporal entre a colocação da ordem e a entrada do produto no estoque, esse tempo é chamado de *lead time*. Juntamente com essa abordagem vem o conceito de ponto de ressuprimento, que é o nível do estoque no qual se deve colocar um pedido para que o material chegue ao estoque antes que este chegue ao nível zero.

Tanto a demanda como o *lead time* podem variar, sendo assim Slack *et al.* (2002), Tubino (2000) e Martins e Laugení (2005) sugerem a utilização de estoques de segurança para compensar essas incertezas.

Existem duas maneiras citadas para a tomada de decisão de quando colocar um pedido, uma é o tempo ótimo entre pedidos e a outra é o ponto de nova encomenda. Slack *et al.* (2002) define o tempo ótimo entre pedidos:

$$tf = \frac{LEC}{D} \quad (9)$$

Onde:

tf – tempo ótimo entre pedidos

D – demanda por tempo

Mayer (1981) apresenta a definição do ponto de nova encomenda (PR):

$$PR = EM + (TE \times TC) \quad (10)$$

Onde:

EM – Estoque mínimo

TE – Tempo de espera

TC – Taxa de consumo

2.6.3 Como controlar o sistema?

Para Slack *et al.* (2002) o primeiro passo para o controle do sistema de estocagem de materiais é definir os itens prioritários, para aplicar um nível de controle adequado para cada grupo de item. O método citado para essa definição é o da classificação ABC, que já foi apresentado. O segundo passo é a escolha de um sistema de informação adequado ao tipo de negócio, e ao tipo de controle desejado.

Outro passo importante citado por Martins e Laugeni (2005) é o endereçamento dos materiais estocados, para facilitar a sua identificação e recuperação, apresenta também um método para identificar os produtos. Trata-se de um número com cinco algarismos, onde cada um indica um fator de identificação do local onde o produto está armazenado.

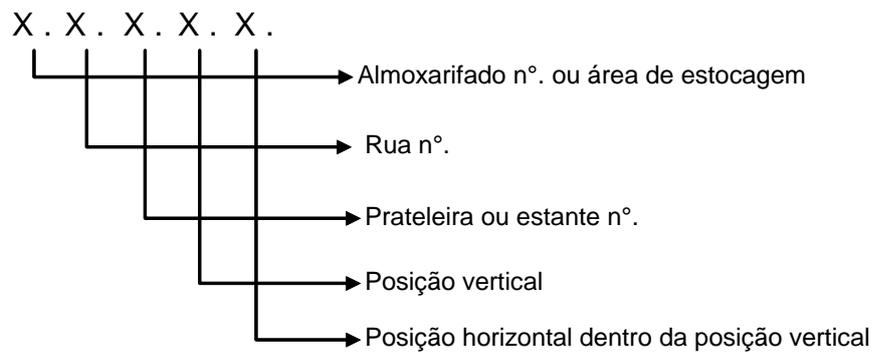


Figura 4: Código de endereçamento

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

Tubino (2000) apresenta o **sistema de controle de estoques por ponto de pedido**, que consiste em estabelecer uma quantidade de itens em estoque, denominada ponto de pedido, que quando é atingida, dá início ao processo de reposição. Esse sistema também é conhecido por “sistema duas gavetas”. O ponto de pedido pode ser calculado por:

$$PP = D \times t + Qs \quad (11)$$

Onde:

PP – Ponto de pedido

D – demanda por unidade de tempo

t – tempo de ressuprimento

Qs – estoque de segurança

O tempo de ressuprimento deve ser considerado desde o momento em que se constata a necessidade da reposição do item até a entrada do item em estoque, e resulta da soma dos tempos de preparação da ordem de reposição, preparação da operação de reposição, prazo de entrega, tempo gasto com recebimento.

Martins e Laugeni (2005) apresentam o **sistema de reposição periódica**, também conhecida como reposição em períodos fixos. Consiste na verificação do nível de estoque do item em intervalos fixos e estima-se a quantidade necessária para completar um nível de estoque máximo previamente calculado, encomendando-se essa quantidade. O estoque máximo pode ser calculado com a seguinte fórmula:

$$M = D \times (L + I) + E \quad (12)$$

Onde:

M – estoque máximo

D – demanda média

L – tempo médio de reposição

I – intervalo de revisão

E – estoque de segurança

Mayer (1981) apresenta o **sistema de máximo-mínimo**, consiste em especificar, para um dado material, o menor estoque que se deseja manter, o ponto em que as unidades adicionais devem ser encomendadas e a quantidade da nova encomenda. Esse sistema contempla o ponto de reposição, o lote econômico de reposição e estoque de segurança, todos já foram descritos.

Tubino (2000) descreve o **sistema de controle de estoques pelo MRP**, é baseado no cálculo da necessidade de materiais, normalmente são modelos incorporados a sistemas de informações mais complexos como MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) que visa integrar os diversos setores da empresa através da informatização do fluxo de informações. O sistema de cálculo considera a dependência da demanda existente entre itens componentes e

produtos acabados, essa relação vem da estrutura criada para o produto, ou seja, partindo-se das quantidades necessárias de produtos acabados a serem produzidas, calcula-se as necessidades brutas dos demais itens dependentes de acordo com a estrutura do produto.

Tendo calculadas as quantidades necessárias para um dado período, pode-se analisar os materiais que se encontram disponíveis no estoque e quantidades programadas para entrega, gerando assim as ordens de reposição.

2.7 Os indicadores da administração de materiais

Martins e Laugeni (2005) citam os principais indicadores envolvidos na administração de materiais. Ele divide em dois grandes grupos, produtividade e qualidade de serviço:

a) Produtividade

- Número de itens estocados / área ocupada
- Número de itens estocados / número de pessoas
- Número de itens estocados / número de equipamentos
- Número de notas fiscais recebidas / número de pessoas
- Número de pedidos colocados / número de pessoas

b) Qualidade do serviço

- Número de itens entregues / número de pedidos
- Tempo médio de entrega após uma solicitação de material
- % de deterioração dos itens estocados
- Tempo médio de recebimento por cargas recebidas
- Tempo médio para colocação de um pedido junto ao fornecedor
- Tempo médio para obtenção do material

São apresentadas fórmulas para cálculo de outros indicadores chave.

$$\text{Nível de Serviço} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de itens estocados}}{\text{n}^\circ \text{ de itens pedidos}} \quad (13)$$

$$\text{Giro dos Estoques} = \frac{\text{Valor consumido no período}}{\text{Valor do estoque médio no período}} \quad (14)$$

$$\text{Cobertura (dias de estoque)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de dias no ano}}{\text{giro}} \quad (15)$$

2.8 Ambientes de manufatura

Martins e Laugeni (2005) apresenta dois tipos principais de ambientes de manufaturas relacionados com o tipo de política de produção. O primeiro é o MTS (*make to stock*), onde são produzidos produtos padronizados baseados em previsão de demanda e nenhum produto customizado é produzido. Os sistemas MTS apresentam a vantagem da rapidez na entrega dos produtos, mas costumam gerar altos níveis de estoque, pois as empresas estocam os produtos.

Outro ambiente é o MTO (*make to order*), em que o produto final é desenvolvido a partir dos contatos com o cliente e os prazos de entrega tendem a ser longos, pois os produtos costumam ser projetados ao mesmo tempo em que estão sendo produzidos.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa em que foi realizado o estudo de caso é uma indústria de grande porte do ramo de embalagens descartáveis, como copos, pratos e travessas, com produção intermitente, sua produção não segue um fluxo contínuo, ela produz conforme a necessidade dos seus clientes, porém não é uma produção sob encomenda. É uma empresa focada na satisfação dos clientes, procurando atender suas necessidades e com o menor custo possível. Está sempre pesquisando sobre novas tecnologias para melhorias no processo produtivo e administrativo. Utiliza indicadores para monitorar e avaliar o desempenho e eficácia de todos os processos envolvidos no negócio, como índice de eficiência global dos equipamentos, percentuais de refugo, produtividade, nível de serviço (entrega), percentual de valor de frete sobre venda, entre outros. Conta com o auxílio de um sistema de gestão integrada, um ERP (*Enterprise Resource Planning*), para a gestão de toda a fábrica.

Existe um grande incentivo em desenvolver os potenciais de cada pessoa e capacitá-las para executar suas tarefas com eficiência e eficácia, isso é alcançado através de treinamentos de capacitação.

As instalações são projetadas para atender as normas de segurança no trabalho, boas práticas de fabricação (BPF), ergonomia, entre outros. A empresa trabalha com duas linhas de produtos principais, aqui tratadas como “Linha 1” e “Linha 2”. Para sua produção existem três tipos de processos de produção em cada uma, sendo que os dois primeiros se repetem nas duas linhas. Entre cada processo existe um estoque intermediário. A Figura 5 apresenta um fluxograma representativo do processo produtivo.

O fluxo do processo inicia-se com os fornecedores que entregam as matérias-primas diretas, que são aquelas que são incorporadas ao produto por meio de transformações físico-químicas, e insumos de produção, que são os materiais que são utilizados para complementar os produtos para a venda, como as embalagens. Esses itens ficam estocados até a sua utilização durante a produção.

A segunda etapa é o primeiro processo produtivo, que dá origem ao primeiro produto semi-acabado (PSA 1), que fica estocado até a necessidade de sua utilização na próxima etapa. O

segundo processo produtivo transforma o PSA 1 em um novo produto semi-acabado (PSA 2), que vai para o estoque.

Esse estoque alimenta os processos produtivos 3 e 4, um dá origem à linha de produtos 1 e o outro dá origem à linha de produtos 2, respectivamente. Os produtos acabados (PA) são armazenados e em seguida entregues aos clientes.

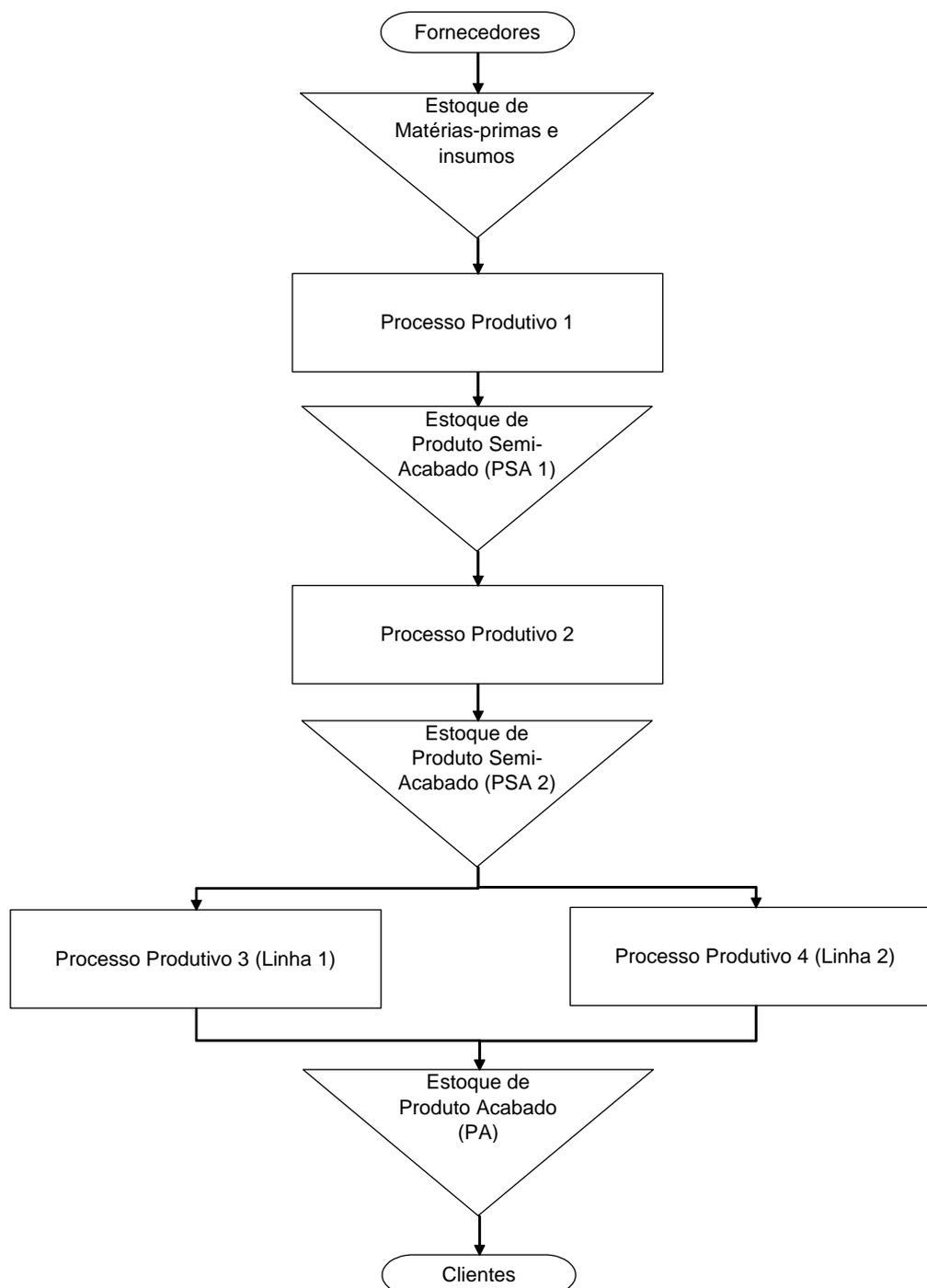


Figura 5 – Fluxograma do processo produtivo

3.2 Demanda que gerou a necessidade do estudo

Alguns fatos ocorridos dentro da empresa geraram a necessidade de se fazer um estudo da gestão dos estoques. Após levantamento de dados foram evidenciados alguns problemas: superlotação dos estoques, dificuldade na localização de itens em estoque, ociosidade de equipamentos por falta de materiais.

Os estoques intermediários e de produtos acabados estavam operando em níveis superiores a capacidade de armazenamento, os gráficos das Figuras 6, 7 e 8 mostram os perfis dos estoques de produtos acabados e semi-acabados. Conforme legenda, a linha azul refere-se ao nível de ocupação do estoque, ou seja, quantidade existente no estoque em relação à quantidade máxima possível, a linha vermelha representa a capacidade máxima do estoque.

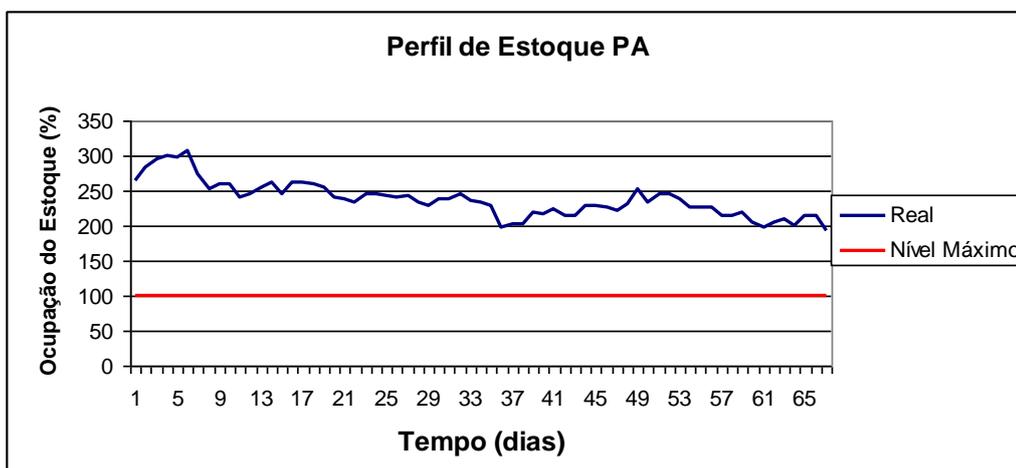


Figura 6 – Perfil do estoque de PA

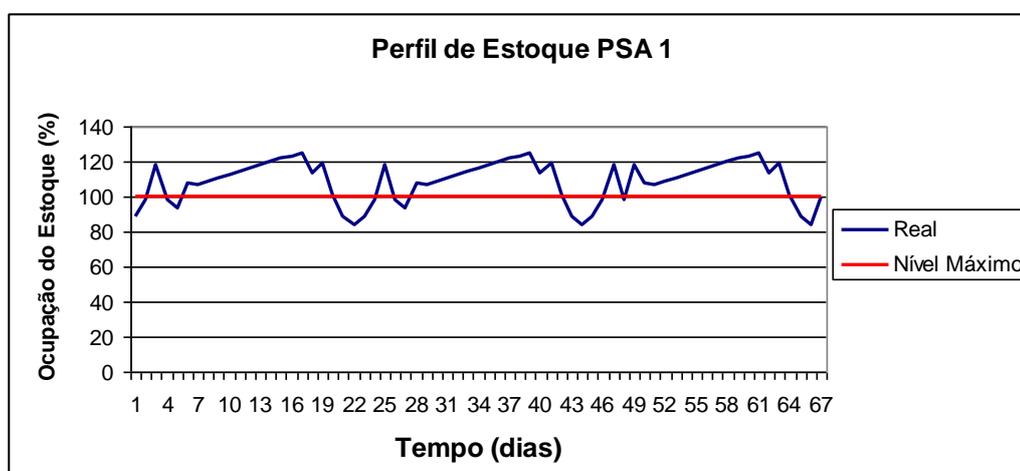


Figura 7 – Perfil do estoque de PSA 1

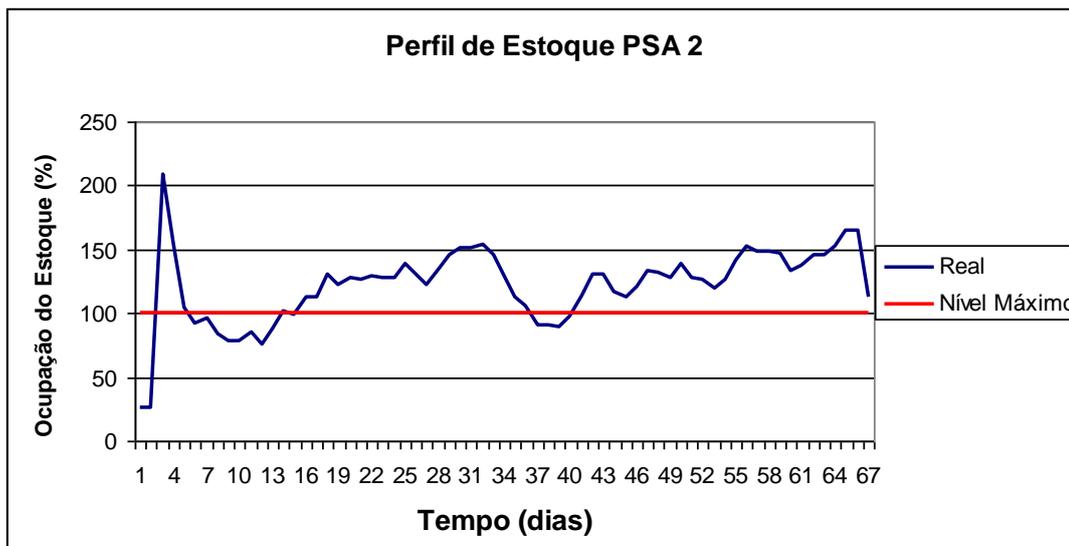


Figura 8 – Perfil do estoque de PSA 2

Com esses gráficos é possível observar que os níveis dos três estoques estão acima da meta desejada. As porcentagens de ocupação de cada estoque são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Percentual de ocupação dos estoques

Estoque	% de ocupação
PA	237%
PSA 1	118%
PSA 2	122%

Essas porcentagens são referentes ao estoque médio encontrado. É possível observar que o estoque de produtos acabados está trabalhando com mais que o dobro de sua capacidade. Isso desencadeia outro problema, a dificuldade na localização de produtos estocados. Esse fator impede a agilidade de carregamento dos caminhões para a distribuição e a entrega de produtos semi-acabados ao setor produtivo.

Devido ao local destinado ao estoque estar muito cheio, quando é preciso localizar um produto específico, não é possível, pois não se consegue organizar o local. Esse fato gera outro problema, que é a dificuldade de manter o estoque apresentado pelo sistema ERP de acordo com o real.

Como o estoque virtual estava diferente do real, ocorriam problemas no momento do faturamento. Os produtos eram faturados, mas no momento de separar a mercadoria para entrega, esta não era encontrada.

Outro problema encontrado é o tempo de parada de máquina por falta de materiais, ocorrendo quando um produto entra em processo de produção e somente no decorrer da produção se descobre que falta algum componente. Em alguns casos, devido ao tempo de *set up* e movimentação, é melhor parar o equipamento e esperar até que esse componente seja repostado, do que trocar de produto novamente. A Tabela 5 apresenta a porcentagem do tempo total de produção programada que corresponde à falta de materiais.

Tabela 5 – Percentual de parada de equipamento por falta de materiais

Motivo	% do tempo programado
Falta PSA 1	0,08%
Falta PSA 2	0,07%
Falta Insumos	0,11%
Total	0,26%

A falta do produto semi-acabado 1 representa 0,08% das horas de produção que o PCP programou, a falta do produto semi-acabado 2, 0,07%, a falta de insumos corresponde a 0,11%. Com isso, a falta de materiais representa uma perda de 0,26% do tempo total de produção. O levantamento dos tempos de paradas refere-se ao total do ano de 2006, isso gera um custo de equipamento ocioso de 0,2% do faturamento anual, mais o custo de ociosidade de pessoal, 0,1%. Representa um alto valor em reais, o que não parece ser verdade em termos de porcentagem. Este montante está na casa de centenas de milhares de reais.

3.3 Análise do estudo e propostas de melhoria

Após a identificação dos problemas e levantamento de informações, realizou-se uma análise das causas dos problemas encontrados. O Quadro - 1 apresenta dados referentes aos fatos, causas e propostas de ações de melhoria.

Fato evidenciado	Causas identificadas	Ações propostas
Superlotação dos estoques	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de gestão de planejamento; • Falha na comunicação interna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de planejamento; • Ponto de desacoplamento; • Sistema de controle de estoque (MRP, ponto de reposição); • Sinergia entre os departamentos.
Dificuldade na localização dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Desorganização do armazém; • Falha nos <i>inputs</i> no sistema ERP; • Diferenças entre o estoque real e o apresentado pelo sistema ERP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Divisão do <i>layout</i> do armazém; • Controle de entradas e saídas; • Endereçamento dos produtos; • Realização de contagem de inventário.
Falta de materiais para a produção	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de gestão de planejamento de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de controle de estoque (MRP, ponto de reposição); • Gestão de planejamento.
Cancelamentos de faturamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenças entre o estoque real e o apresentado pelo sistema ERP; • Falha nos <i>inputs</i> no sistema ERP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de entradas e saídas. • Realização de contagem de inventário;

Quadro 1 – Fato, causas e ações.

As propostas de melhoria que foram implantadas na empresa serão apresentadas nos tópicos a seguir.

3.3.1 Realização de um inventário

Para iniciar o ajuste de todo o sistema de estocagem realizou-se uma contagem de inventário de todos os estoques, com isso o estoque do sistema ERP foi corrigido, para em seguida ser

controlado de forma correta, de modo que suas informações e ferramentas tornem-se confiáveis.

Para que seja mantido atualizado esse controle foi instituído um plano de inventários rotativos, onde a cada período de tempo são contados alguns itens rotativamente e é feito o confronto com o sistema ERP, realizado os ajustes quando necessário. Anualmente faz-se a contagem de inventário oficial que é acompanhado pela controladoria da empresa.

3.3.2 Melhoria na comunicação entre PCP e vendas

Devido à falha de comunicação interna, a empresa tinha grandes perdas com estocagem de produtos e falta de produtos no ato da venda. O departamento comercial e o PCP passaram a ter um relacionamento muito próximo, com uma comunicação em tempo real. O sistema ERP é a ferramenta que auxilia sob esse aspecto, mas é preciso que os membros das duas equipes trabalhem juntos em busca de um objetivo comum. Para tanto são realizadas reuniões semanais com as duas equipes para discutir como foi a semana e planejar a próxima.

O tipo de negócio da empresa leva o processo produtivo a ter um fluxo descontínuo, com uma produção em lotes. Com isso o PCP passou a fazer a programação da produção baseado numa previsão de demanda realizada pelo setor de vendas, e este por sua vez, trabalha para seguir a previsão ao máximo. Assim o PCP planeja a produção de produtos que terão um tempo de estocagem pequeno, pois serão vendidos rapidamente, não gerando os estoques desnecessários.

Com uma integração de todos os setores da empresa, os problemas que surgem podem ser resolvidos com eficiência e eficácia, tornando o trabalho de todos mais fácil.

3.3.3 Divisão do layout do armazém

O espaço dos armazéns foi analisado e dividido em subpartes, cada uma para tipo de material e etapa do processo em que se encontra, além da divisão normal de MP, PA e PSA, como:

- a) Produtos liberados para entrega;
- b) Produtos aguardando análise do controle de qualidade;
- c) Produtos retidos;

- d) Produtos separados para carregamento;
- e) Produtos descarregados aguardando conferência;

Com essa divisão o estoque fica mais organizado, e com separação dos produtos nos diferentes estágios do processo, ganhando mais espaço. Desta forma os produtos podem passar por uma conferência melhor após serem separados para serem expedidos, evitando erros nos carregamentos. As Figuras 9 e 10 apresentam as divisões da fábrica, antes e depois do rearranjo da distribuição dos produtos armazenados, respectivamente.

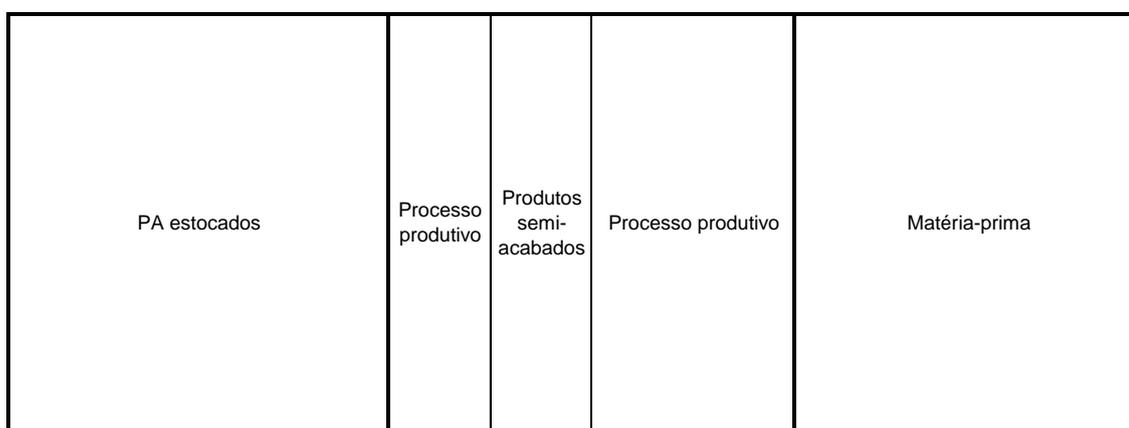


Figura 9 – Esboço esquemático da fábrica antes do re-layout

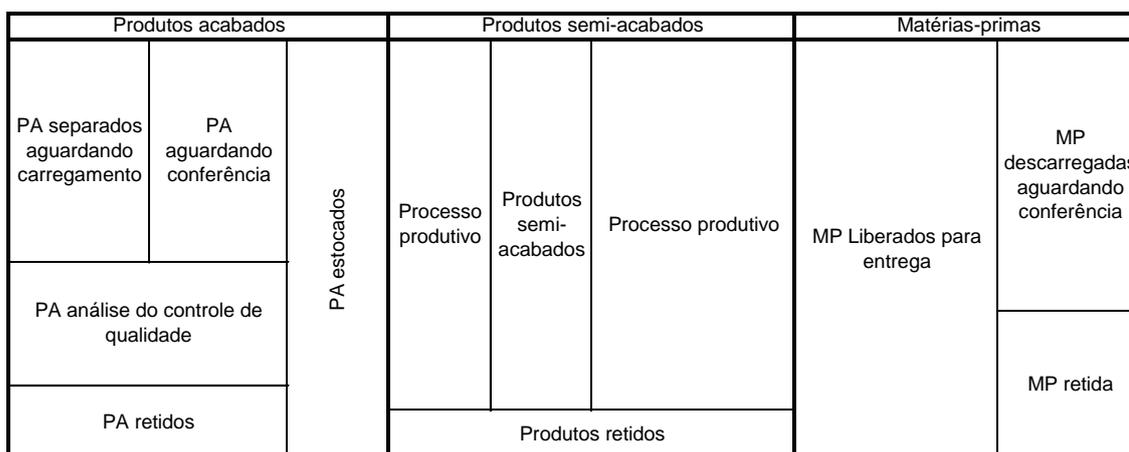


Figura 10 – Esboço esquemático da fábrica depois do re-layout

3.3.4 Controle de entradas e saídas

Após a realização do ajuste do estoque do sistema ERP é necessário mantê-lo em conformidade com o real. Para tanto foi desenvolvido um sistema de controle de entradas e

saídas em todos os tipos de estoques. Este passou a ser realizado nas áreas de cada estoque, de modo que a cada operação em que o material armazenado cruze as fronteiras do local, é necessária uma transação de estoque documentada através do sistema ERP. Para isso foram desenvolvidos documentos com as informações necessárias específicas de cada estoque, de modo que a transação ocorra de forma correta e em tempo real, com um registro evidenciado fisicamente com todos os dados competentes.

No momento em que um lote de um produto, seja ele matéria-prima, PSA 1, PSA 2, PA, insumos, é movimentado para dentro ou fora de um estoque, um documento pertinente é preenchido e esse lote é transferido para o processo em questão. Se esse lote não for utilizado totalmente nesse momento, ele deve ser devolvido ao estoque, preenchendo um documento de devolução e um estorno é realizado.

Desta forma, garante-se que os estoques virtuais permaneçam em conformidade com a realidade, podendo ser acessados por qualquer membro da equipe, visualizando seu conteúdo e realizando a atividade necessária.

3.3.5 Endereçamento

Como havia uma dificuldade na localização de produtos dentro do estoque, foi desenvolvido um sistema de endereçamento para os lotes de produtos. Para cada lote de produto, ao ser dada a entrada no estoque no sistema, é indicado o local onde ele ficará armazenado. A indicação é feita por meio de um número representativo de um endereço. O número é composto de oito algarismos, sendo que cada um representa uma parte do endereço do local como mostrado na Figura 11.

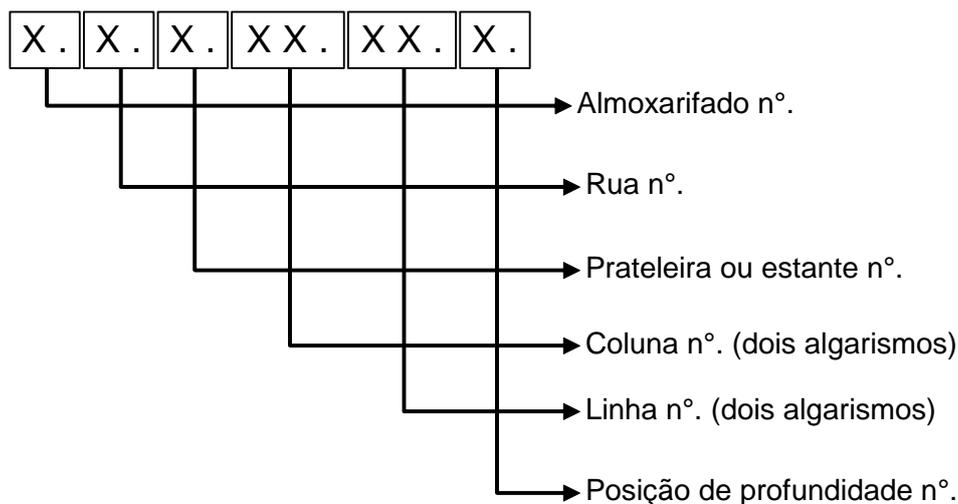


Figura 11 – Código de endereçamento proposto

O código de endereçamento apresentado na Figura 11 é um dos campos da lista de separação de pedidos, com isso têm-se dois ganhos:

- a) Agilidade na localização dos produtos armazenados, pois o almoxarife com a solicitação do pedido vai diretamente para o local onde está o item solicitado;
- b) Garantia da saída dos lotes seguindo o sistema PEPS (primeiro que entra, primeiro que sai), pois o sistema ERP é programado para trabalhar com essa prioridade de saída, e quando imprime a lista de entrega, já indica o lote mais antigo que existe no estoque.

3.3.6 Gestão de planejamento

Um dos maiores problemas apresentados pela empresa foi a falta de gestão do planejamento de produção e a falta de um fluxo bem definido, o planejamento era feito baseado na experiência do planejador. A partir do estudo realizado foi elaborado um fluxo de planejamento conforme apresentado na Figura 12.

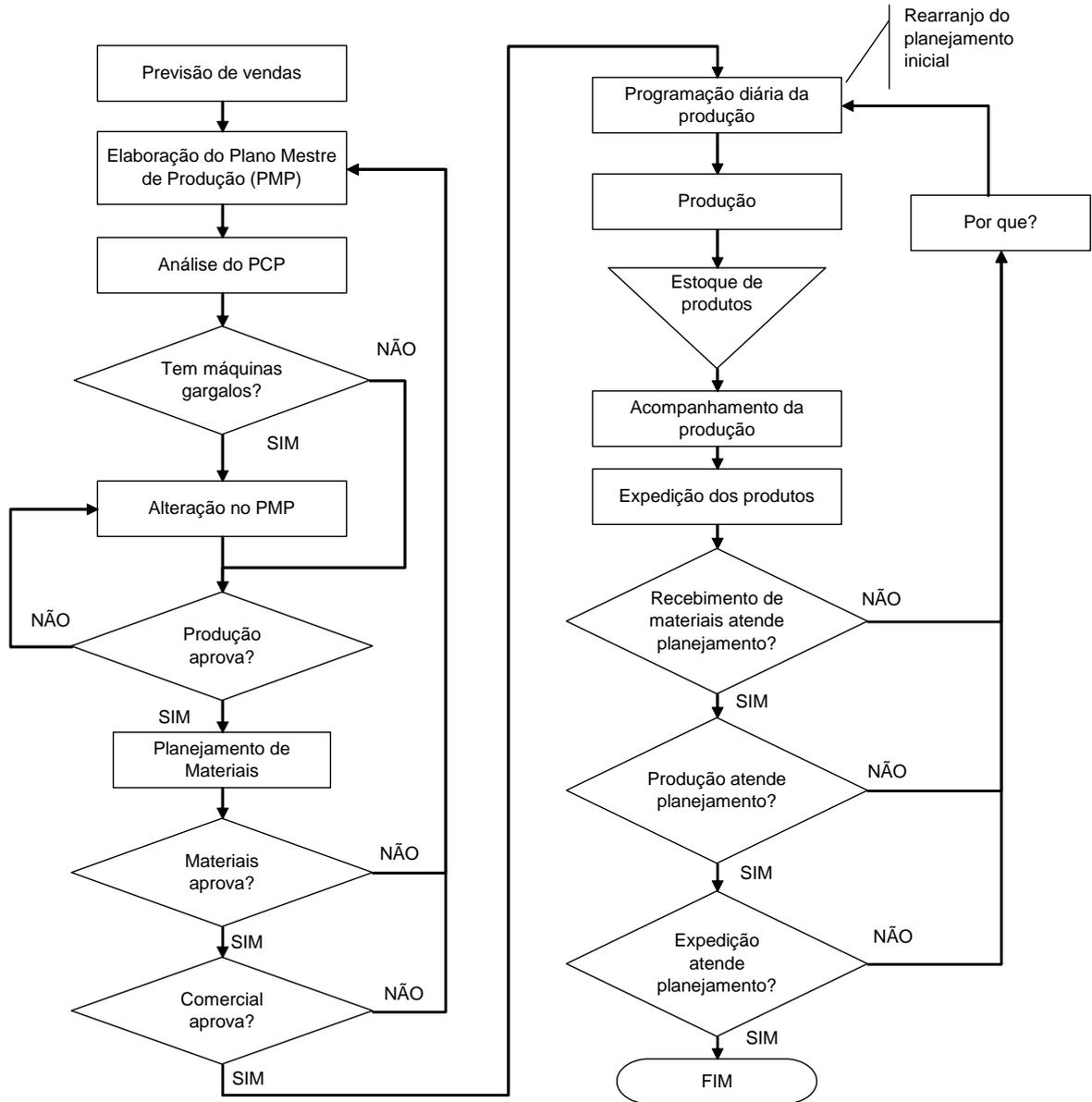


Figura 12 – Fluxo geral de planejamento

O processo tem início com a previsão de vendas que o setor comercial faz para o mês seguinte. Nessa previsão ele especifica o quanto pretende vender de cada linha de produtos, pensando nas suas campanhas de marketing e nas pesquisas de clima.

A previsão é passada para o setor de planejamento, este por sua vez elabora o plano mestre de produção (PMP). Esse plano consiste de uma programação mensal de todas as máquinas de modo a atender a previsão de vendas. O PMP direciona o que e quando vai ser produzido em cada máquina. O PCP faz uma análise para averiguar se existem máquinas gargalos, ou seja, se estão com mais de 100% de ocupação. Se houver alguma nessa situação o PMP deve ser revisto.

Esse planejamento é passado para a supervisão de produção para análise de possibilidade de atendimento. Verifica-se se haverá disponibilidade de pessoas e de equipamentos para a realização das produções planejadas.

Após a aprovação da produção, o setor de materiais faz o planejamento dos materiais que serão utilizados. Verifica-se também se é possível atender o planejamento. Após todos os planejamentos, esse programa é passado para a validação da área comercial.

O PCP faz uma programação diária da produção, alterando o planejamento quando necessário, diante do acompanhamento da produção. Tudo isso que foi descrito até aqui faz parte da etapa de planejamento.

Então, passa-se para a etapa de execução do planejamento, isso consiste no recebimento dos materiais, produção, vendas e expedição dos produtos.

A etapa seguinte é a checagem do cumprimento do planejamento, ou seja, ver se o recebimento de materiais, a produção e a expedição seguem o planejamento. Caso algum desses fatores não siga o planejamento é preciso analisar o porquê, para seguir para a próxima etapa do ciclo que é a tomada de ações corretivas.

Com o motivo identificado, o PCP rearranja o planejamento, mas tem que analisar a causa raiz das divergências para que não ocorram mais.

3.3.7 Ponto de desacoplamento

A proposta é de que a empresa utilize um método híbrido do MTS e MTO, da forma descrita a seguir. Estabeleceu-se um ponto de desacoplamento no processo (Figura 13), ou seja, um ponto onde antes dele a fábrica trabalha em *make to stock* e a partir dele trabalha *make to order*. Para o estabelecimento deste ponto, foi utilizado um parâmetro, o *lead time* de cada processo. Foi analisado quais os processos que têm capacidade de trabalhar em MTO, e levar o ponto de desacoplamento o mais próximo possível das matérias-primas, pois no ponto de desacoplamento é onde se acumula mais estoque, e as matérias-primas são os produtos de menor valor, pois ainda não passou por nenhum processo que agregue valor. Então quanto mais processos o produto passa mais caro ele fica.

Por meio da análise dos *lead time* realizada foi evidenciado que os processos produtivos 3 e 4 tem capacidade de trabalhar em MTO, os seus *lead time* são compatíveis com os prazos de entrega. Sendo que a fábrica trabalha para repor estoques até o estoque de PSA 2, acumulando esse produto para, no momento em que entrar um pedido de venda, passar pelo processo produtivo 3 ou 4, conforme o caso, para virar produto acabado.

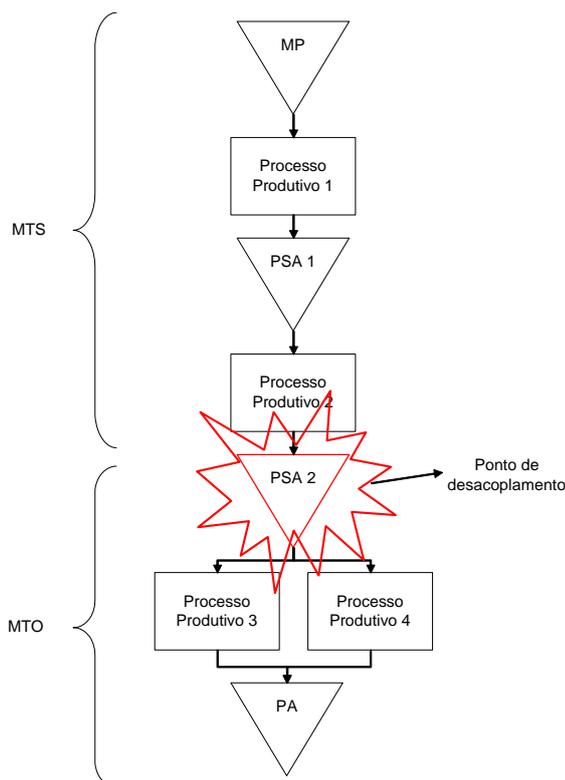


Figura 13 – Ponto de desacoplamento

Com esse método estabelecido o PCP, com base na previsão de demanda mensal, faz o planejamento do para manter o estoque de PSA 2 (ponto de desacoplamento). E assim que os pedidos de venda vão chegando, abre as ordens de produção para transformar o PSA 2 em produto acabado. Assim, o estoque de produto acabado é mínimo e o de PSA 2 é o necessário para atender o plano mestre de produção.

3.3.8 Controle dos estoques

O controle do sistema de estoque foi definido levando-se em consideração cada tipo de item. Para os itens produtivos, o método de controle definido foi o do MRP. Para os materiais

improdutivos como peças de manutenção, por exemplo, o método definido foi o de reposição contínua por ponto de reposição.

3.3.8.1 Itens produtivos

Os itens produtivos são os itens que são incorporados aos produtos, portanto esses precisam ser comprados ou fabricados somente no momento em que são necessários. O melhor sistema para esse tipo de planejamento é o MRP, as ordens de produção são abertas e o sistema faz a explosão do produto até chegar às matérias-primas. Abre-se automaticamente as ordens de produção para os itens intermediários e as ordens de compra para as matérias-primas e insumos. A explosão dos produtos ocorre conforme a árvore de composição do produto apresentada na Figura 14.

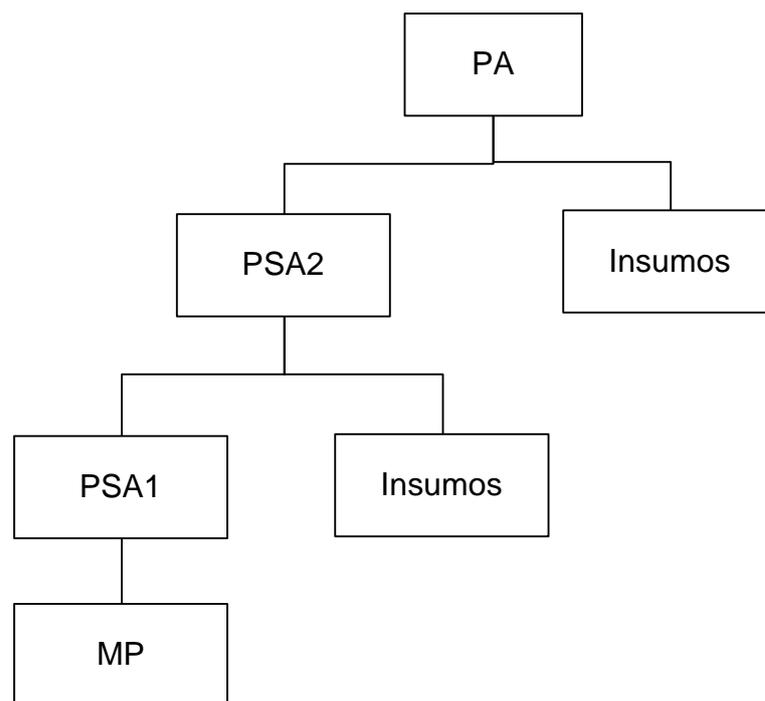


Figura 14 – Árvore de composição do produto

Com esse sistema os produtos sempre estarão disponíveis no momento em que são necessários. Para que o MRP possa explodir o produto com os componentes e quantidades corretas, é preciso que sejam cadastradas listas de materiais para cada produto, que consiste em listar os componentes e suas quantidades por produto. Seguindo a árvore apresentada, a lista de materiais de um produto acabado deve conter PSA 2 e os insumos necessários, a lista

do PSA 2 deve conter PSA 1 e os insumos, a lista do PSA 1 deve conter MP. Todas as listas que contêm itens manufaturados têm mais um nível para explosão, pois o último nível deve ser um item comprado.

No sistema de gestão do planejamento existe uma etapa que é o planejamento dos materiais, onde o MRP vai apresentar os materiais que serão necessários para a realização do plano de produção definido, suas quantidades e datas de utilização. Com isso o setor de materiais precisa verificar o que já existe no estoque, e o que vai precisar ser comprado.

Para a compra dos itens que forem necessários, há uma outra análise que precisa ser feita, que é qual o lote de compra mais econômico. Para isso utilizamos a equação (7) apresentada por Martins e Laugeni (2005), como a equação do lote econômico de compra. Com esse cálculo verifica-se quanto se deve pedir em cada compra, agrupado os itens, pois no plano de produção um mesmo item será utilizado em várias datas diferentes, então agrupamos para economizar na compra.

3.3.8.2 Itens improdutivos

Os itens improdutivos abrangem as peças de manutenção, materiais de limpeza de equipamentos, materiais de escritório, entre outros, ou seja, os materiais que não são diretamente ligados à produção.

Para esses itens o sistema de controle do estoque estabelecido foi o controle por ponto de reposição. Assim, utiliza-se um estoque de segurança, calculado pela equação (2) apresentada por Martins e Laugeni (2005). Esse método de cálculo foi escolhido devido à demanda ser variável ao longo do tempo e ter um tempo de reposição fixo. O estoque de segurança fica sendo o estoque mínimo que o item pode atingir.

Com base na equação (7) formulada por Martins e Laugeni (2005), foi calculado o tamanho do lote econômico de compra. Assim foi definido o tamanho do lote de reposição e, conseqüentemente, o nível máximo ($E_{m\acute{a}x}$) que o estoque do produto vai atingir, pois:

$$E_{m\acute{a}x} = ES + LEC \quad (16)$$

Onde:

$E_{m\acute{a}x}$ – Estoque máximo

ES – Estoque de segurança

LEC – Lote econômico de compra

Com o nível máximo que o estoque vai atingir fica mais fácil de planejar o espaço necessário dentro do armazém e sua organização.

Outro ponto discutido foi o ponto de reposição, que significa o nível que o estoque deve atingir para que se faça um novo pedido de compra. Essa conta é feita utilizando a equação (10) definida por Mayer (1981), onde temos que o ponto de reposição é igual ao estoque de segurança somado ao produto da taxa de consumo pelo *lead time* do pedido de compra. Portanto, antes de o estoque de segurança começar a ser consumido, um novo lote de produto deve chegar para reabastecer. Isso gera um perfil de estoque da seguinte forma:

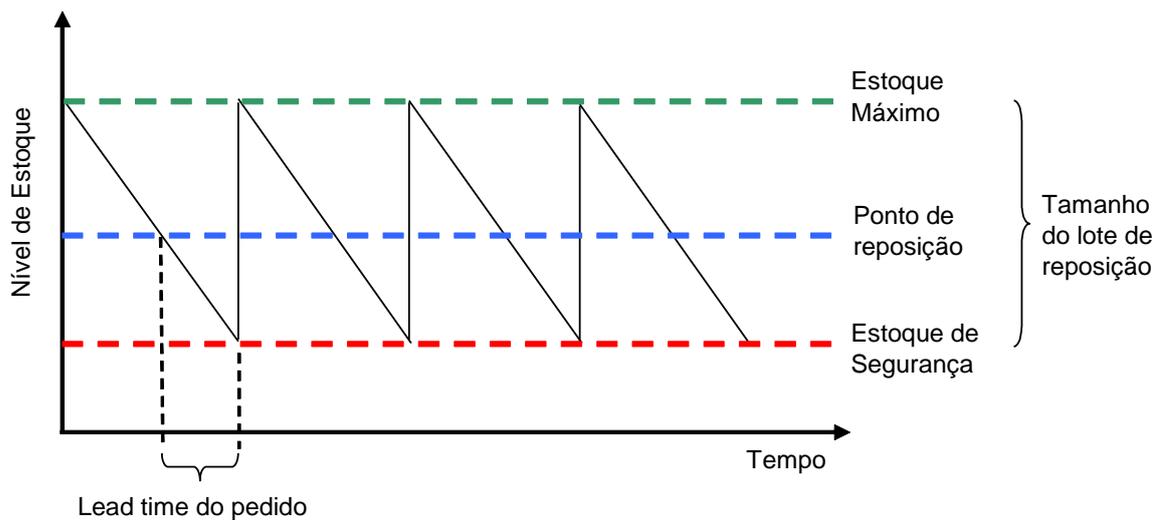


Figura 15 – Perfil do estoque

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos de toda a logística interna da empresa foram realizados com dados do ano de 2006, no período de abril a julho de 2007, iniciando a partir deste estudo a implantação das melhorias propostas por este trabalho.

A superlotação dos estoques foi diminuída com a implantação da gestão de planejamento, sistema de reposição do estoque, com o aumento da sinergia entre os setores e com a definição do ponto de desacoplamento, conforme as ações propostas no Quadro 1. Até o momento em que se encerra este trabalho representou uma redução de 41% no estoque de PA, e 17% no PSA 1 e PSA 2, como apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Redução de ocupação dos estoques

Estoque	% de ocupação antes	% de ocupação depois	% de redução
PA	237%	141%	41%
PSA 1	118%	98%	17%
PSA 2	122%	102%	17%
Média	159%	114%	25%

A taxa de ocupação ainda continua alta, porém está em um ritmo de redução, como apresentado na Figura 16, o tempo não foi suficiente para alcançar o resultado esperado, que é de trabalhar com uma ocupação máxima de 100%.

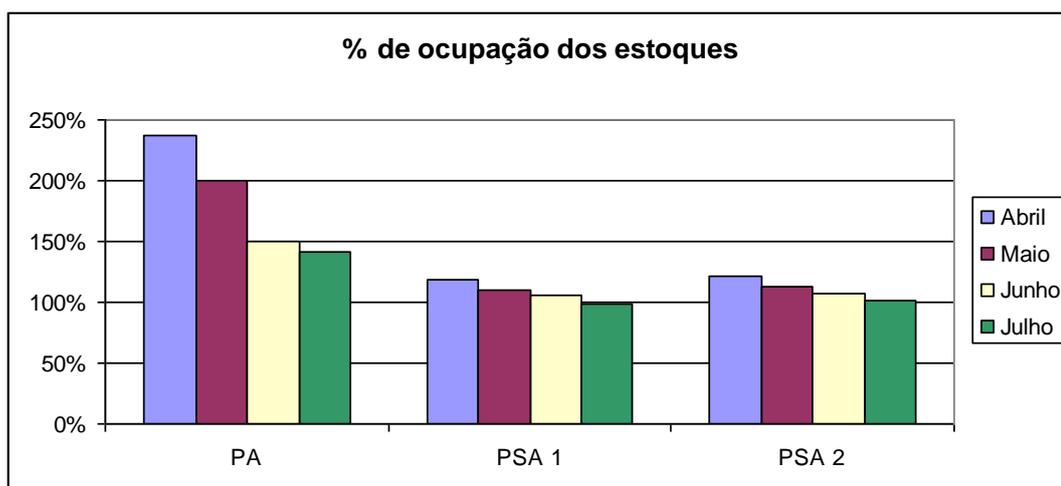


Figura 16 – Percentual de ocupação dos estoques ao longo do tempo

Com a diminuição da ocupação e definição do novo ponto de desacoplamento o tempo de cobertura reduziu-se nos produtos acabados e semi-acabado 1, aumentando no semi-acabado 2, como mostra a Figura 17.

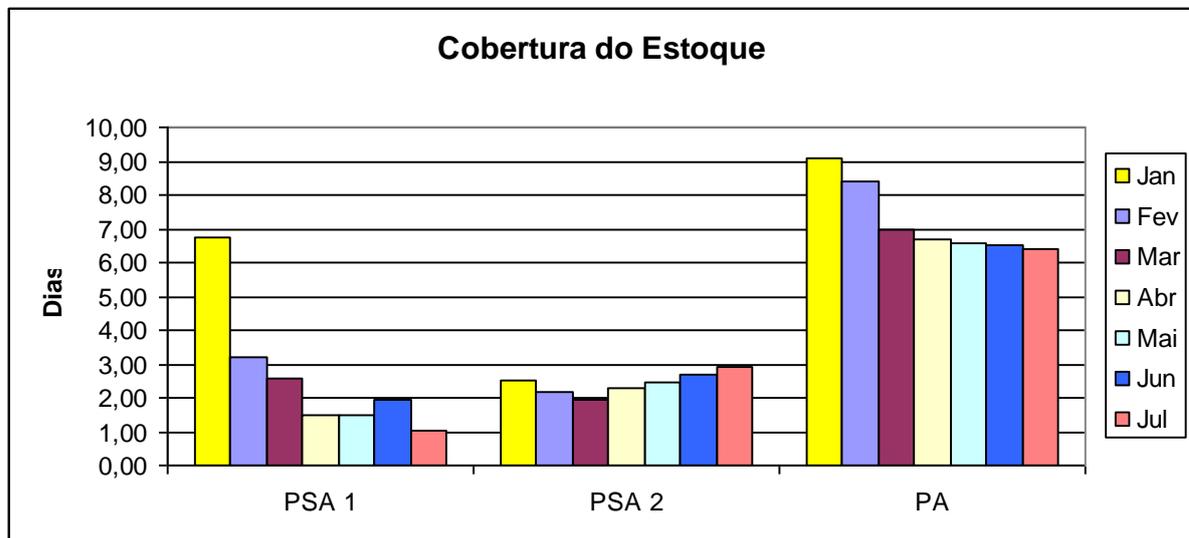


Figura 17 – Tempo de cobertura

A dificuldade de localizar um produto dentro do estoque foi reduzida devido a várias ações tomadas, dentre elas a divisão do *layout* do armazém, implantação do controle de entradas e saídas, realização de contagem de inventário e correção do sistema ERP. A principal ação que contribuiu para a resolução deste problema foi a elaboração do endereçamento dos produtos, assim os colaboradores não perdem tempo procurando os produtos, indo diretamente onde eles estão. Houve uma redução de 80% no tempo de separação de pedidos, agilizando o processo de carregamento dos caminhões.

A falta de materiais para a produção era um problema muito sério, porque gerava o não atendimento da programação, equipamentos e pessoas ociosas, podendo levar até ao não atendimento de pedidos de clientes. Com desenvolvimento de um método sólido de reposição do estoque e a implantação da gestão de planejamento, o tempo de parada de máquinas por falta de materiais foi reduzido à zero, pois se ocorrer a falta de materiais, esta é identificada antes de chegar a hora da ordem de produção entrar na máquina. Nessa situação, o PCP altera a programação colocando a próxima ordem da fila para ser produzida.

Com a realização da contagem de inventário e a implantação do controle de entradas, as diferenças entre estoque físico e o registrado no ERP foram reduzidas a zero, sendo assim,

não ocorreram cancelamentos de faturamentos por não encontrar o produto faturado, portanto o sistema de gestão integrada pode ser utilizado seguramente como fator de vantagem competitiva. A Figura 18 apresenta a evolução dos cancelamentos de faturamentos em percentual do total faturado.

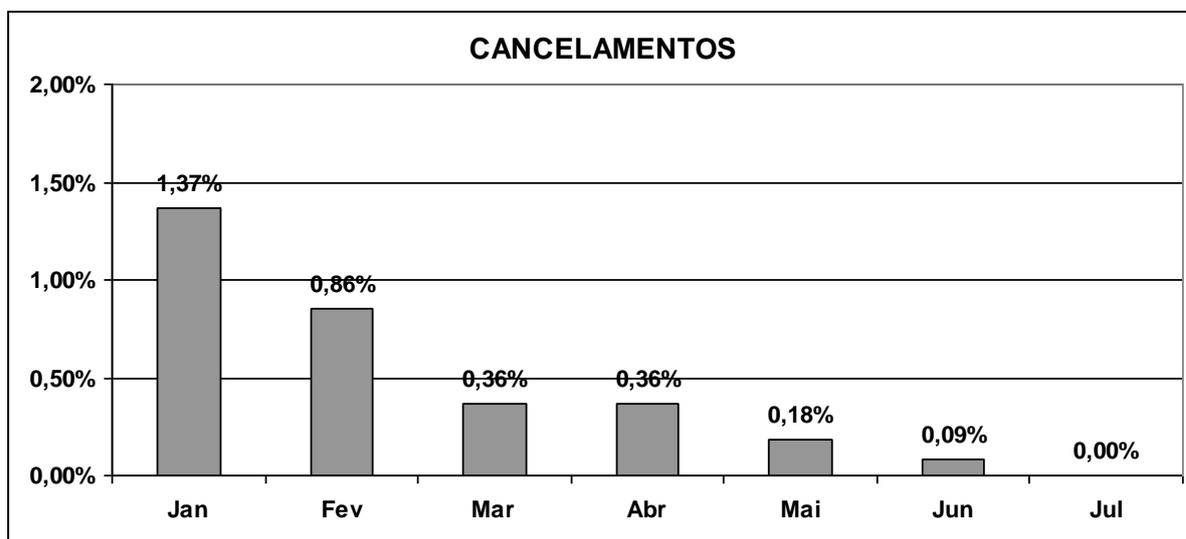


Figura 18 – Redução de cancelamentos

Para a segurança e melhor andamento de todos os processos é necessário que haja muita sinergia entre o setor de vendas, que é quem comanda o principal objetivo da empresa: vender, e o PCP, que é o apoio de toda a cadeia logística. Para isso, estabeleceu-se que toda semana haverá uma reunião entre os setores para discutir todos os acontecimentos da semana anterior e validar o planejamento da semana seguinte.

A implantação de todas as metodologias de melhoria induziu a uma redução no capital investido em estoque de 30%, sendo que o ponto de desacoplamento contribuiu muito para isso, pois o custo do produto acabado (onde era o ponto de desacoplamento anterior) é 70% maior que o custo do produto semi-acabado 2 (novo ponto de desacoplamento).

CONCLUSÃO

A administração dos estoques é um fator fundamental na logística do negócio, como foi demonstrado neste trabalho, pequenos esforços acometem grandes ganhos no geral. Todas as metodologias apresentadas têm grande aplicabilidade na prática das empresas, com possibilidades de ganhos em diversos setores. Os procedimentos por mais simples que pareçam são de grande valia e contribuem muito para a melhoria dos processos da empresa.

Todos os resultados foram alcançados em um curto período de tempo, os índices apresentados ficaram estabilizados, os que não atingiram um resultado satisfatório, como é o caso da ocupação do estoque, caminham para atingir a meta.

No caso da ocupação do estoque, é um processo que leva certo tempo para conseguir baixar o nível, pois alguns produtos que estão estocados saem uma vez por mês. Sendo assim é necessário um tempo maior para a estabilização em um nível de estoque desejado.

Todo o setor de logística foi reestruturado com procedimentos operacionais e de gestão, para que a cada evento que ocorra, as pessoas envolvidas saibam a ação correta a ser tomada. Sendo assim, os processos logísticos se tornam mais eficientes e controláveis, tudo o que se tem controle é mais fácil a implantação de melhorias.

Com a realização do presente estudo, pode-se observar que a participação das pessoas envolvidas em cada operação durante todo o desenvolvimento de procedimentos foi de suma importância para que fosse alcançado um resultado satisfatório. Vale ressaltar que sem a colaboração, participação e pro-atividade nada seria conquistado.

GLOSSÁRIO

- ERP** É uma arquitetura de software que facilita o fluxo de informações entre todas as atividades da empresa como fabricação, logística, finanças, recursos humanos, é um sistema de gestão integrada.
- Just in time* Filosofia baseada em produção enxuta, com níveis de estoque próximos de zero, ou seja, apenas o necessário.
- Lead time* Tempo decorrido do início ao fim de uma atividade ou processo.

REFERÊNCIAS

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da produção**. 2.^a ed. São Paulo: Saraiva, 2005

MAYER; R. **Administração da Produção**. 1.^a ed. São Paulo: Atlas, 1981

MONKS; J. **Administração da Produção**.^a ed. São Paulo: 1987

MOURA; R. **Armazenagem: Do Recebimento à Expedição, volume 2**. 2.^a ed. São Paulo: IMAN, 1997

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2.^a ed. São Paulo: Atlas, 2002

TUBINO, D. **Manual de Planejamento e controle da produção**. 2.^a ed. São Paulo: Atlas, 2000

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