

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Produção

Trabalho de Formatura

**Política de Reposição de Estoques
de Materiais Auxiliares à Produção**

Luiz Fernando de Biazzi

Orientador: Prof. Pedro R. Bueno Neto

1994

*K.1994
D47P*

aos meus pais,

Agradecimentos

- ☒ Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção e em especial ao Prof. Pedro Rodrigues Bueno Neto, por tudo o que aprendi com todos durante esses cinco anos tanto dentro como fora da sala de aula;
- ☒ a Kelson da Cunha Lobão e a Dario Augusto Santanna de Gaspar, por todo o apoio, críticas e sugestões durante o desenrolar deste trabalho;
- ☒ a Marcelo de Amoroso Lima, pela oportunidade do estágio na Brazaço-Mapri;
- ☒ a Jorge Luiz de Biazzi, por toda atenção, não apenas neste trabalho, mas sempre;
- ☒ a Fábio de Biazzi Jr, por um puxão de orelha que me trouxe até aqui;
- ☒ aos meus colegas, que fizeram estes cinco anos parecerem apenas 59 meses;
- ☒ a Renata Bongiovanni da Cunha e a todos os outros que torceram por mim,

os meus sinceros agradecimentos.

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Proposta.....	1
1.2. Metodologia	1
1.3. Produto Final.....	2
1.4. Conteúdo dos Capítulos	3
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	5
2.1. Histórico.....	5
2.2. Organização.....	5
2.3. Produtos	8
2.4. Processos.....	9
2.4.1. Processo de Fabricação.....	9
2.4.2. Sistema Informatizado	11
2.5 Estágio.....	13
3. ESTOQUES - TEORIA	14
3.1. Estoques - Por quê?	14
3.2. Classificação dos Estoques	16
3.3. Terminologia	17
3.3.1. Demanda e seus parâmetros.....	17
3.3.2. Lead-Time.....	19
3.3.3. Tratamento Agregado.....	19
3.3.4. Custo de Pedido	20
3.3.5. Custo de Falta ou Atraso	20
3.3.6. Custo de Estocagem	21
3.3.7. Nível de Atendimento	21
3.3.8. Estoque de Segurança.....	22
3.3.9. Análise ABC.....	23
4. MODELOS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUES.....	25
4.1. Modelos de Revisão Contínua	25
4.1.1. (s, Q) - ponto de pedido e lote econômico (duas gavetas)	26
4.1.2. (s, Z) - ponto de pedido e nível de referência superior.....	28
4.1.3. (s, c, Z) e (s, c, Q) - primeiro e segundo ponto de pedido e nível de referência superior ou lote	30

4.2. Modelos de Reposição Periódica	31
4.2.1. (s, Q, R) - lote econômico, nível de referência inferior e intervalo de revisão.....	31
4.2.2. (s, Z, R) - nível de referência inferior, nível de referência superior e intervalo de revisão.....	32
4.2.3. (Z, R) - nível de referência superior e intervalo de revisão	33
4.2.4. (s, c, Z, R) e (s, c, Q, R) - primeiro e segundo nível de referência inferior, nível de referência superior ou lote e intervalo de reposição.....	34
4.3. Modelos de Atendimento à Demanda	34
4.3.1. Cálculo de Necessidades e suas muitas variações	35
5. SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	38
5.1. O que é um Sistema Especialista.....	38
5.2. Árvore de Alternativas (decisões)	40
6. ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS.....	44
6.1. Matéria-Prima.....	44
6.2. Material em Processo.....	46
6.3. Produto Acabado	47
6.4. Materiais Auxiliares	49
6.5. Materiais Estratégicos.....	54
6.6. Compras	55
6.7. Modelos de Reposição de Estoque da Empresa.....	56
7. ANÁLISE DO ESTADO ATUAL.....	59
7.1. Curva ABC.....	59
7.2. Reposição do Estoque.....	63
8. ESCOLHA DE MODELOS DE REPOSIÇÃO.....	65
8.1. Custos Envolvidos	66
8.1.1. Custo de Pedido	66
8.1.2. Custo de Estocagem	67
8.1.3. Custo de Falta (nível de atendimento mínimo)	68
8.2. Regras de Seleção.....	69
8.2.1. Elaboração das Regras de Decisão	69
8.2.2. Parâmetros dos Modelos.....	75
8.2.3. Simulação dos Parâmetros do Estoque Mínimo	76
8.3. Encaminhamento	77

9. ITENS PODRES.....	79
9.1. Custos Envolvidos	80
9.2. Encaminhamento	82
10. SISTEMA ESPECIALISTA	84
10.1. Construção do Sistema Especialista	84
10.1.1. DFD (Diagrama de Fluxo de Dados) do Processo	85
10.1.2. Módulos do SE.....	85
10.1.3. Índice de Dados.....	87
10.1.4. Operações Manuais x Operações Informatizadas.....	88
10.2. Interação com o Sistema Atual (TMS II).....	90
10.3. Procedimentos de Operação.....	90
11. CONCLUSÃO.....	92
ANEXOS.....	93
Anexo A - Fórmulas Relativas ao Tema.....	93
A.1. Modelagem Matemática da Demanda.....	93
A.2. Cálculo do Lote e Período Econômico e do Ponto de Reposição.....	94
A.3. Custos Médios de Estocagem e de Pedido (Teóricos)	95
Anexo B - Recálculo dos Parâmetros Ótimos para Estoque Mínimo	96
B.1. Seleção dos Itens da Amostra.....	96
B.2. Execução	96
B.3. Tomada de Resultados	97
B.4. Estimativa dos Resultados Totais	97
BIBLIOGRAFIA	99

APÊNDICE A - Tabela da Simulação dos Parâmetros do Estoque Mínimo

APÊNDICE B - Telas do SE (já implementadas)

Índice de Figuras

Figura 1- Fluxograma do Processo	3
Figura 2 - Organograma da Empresa	7
Figura 3 - Principais Produtos da Empresa	8
Figura 4 - Fluxograma Geral do Processo Produtivo	10
Figura 5 - Modelo (s,Q)	27
Figura 6 - Gráficos dos Custos x Parâmetros de Revisão	28
Figura 7 - Modelo (s,Z)	29
Figura 8 - Modelo de Estoque-Base	30
Figura 9 - Modelo (s,Q,R)	32
Figura 10 - Modelo (s,Z,R)	33
Figura 11 - Modelo (Z,R)	34
Figura 12 - Esquema Exemplificando o Cálculo de Necessidades	36
Figura 13 - Árvore de Decisão do Encanador	42
Figura 14 - Fluxograma do Caminho da Matéria-Prima	45
Figura 15 - Fluxograma do Caminho do Material em Processo	46
Figura 16 - Fluxograma do Caminho do Produto Acabado	47
Figura 17 - Fluxograma do Processo com Ênfase no Uso de Materiais Auxiliares	52
Figura 18 - Fluxograma do Processo de Compras	56
Figura 19 - Gráfico da Curva ABC dos Itens do AG	61
Figura 20 - Detalhe do Gráfico da Curva ABC dos Itens do AG	61
Figura 21 - Árvore de Alternativas Básica para Modelos de Reposição	75
Figura 22 - Vista do Cabeçalho do Relatório de Verificação de Itens Podres	79
Figura 23 - Legenda do DFD de Nível 0 (zero)	85
Figura 24 - DFD de Nível 0 do Processo de Atualização dos Modelos, seus Parâmetros e Busca de Itens Podres	86
Figura 25 - Tabela das Entradas do Sistema	88
Figura 26 - Tabela com as Operações Manuais e Informatizadas do Processo do SE	89
Figura 27 - Tabela com os resultados do recálculo dos parâmetros do Lote Mínimo	97

1. INTRODUÇÃO

1.1. Proposta

Este trabalho se propõe a elaborar uma Nova Política de Estoques de materiais auxiliares - Almoxarifado Geral (AG) - através de uma abordagem que utiliza conhecimentos teóricos aplicados à prática.

Assim, foram pesquisados na literatura diversos modelos de reposição de estoques para que os mais adequados fossem adaptados à realidade empresarial através de uma ferramenta computacional de fácil utilização.

Esta ferramenta tem como finalidade definir o modelo de reposição de estoques, juntamente com os parâmetros de reposição específicos para cada modelo, para cada item do AG.

Através desta atualização, visa-se uma nova distribuição entre os custos relativos ao processo (custo de estocagem, pedido, falta e aquisição), conseguindo atingir, assim, uma minimização no custo total do processo.

Aproveitando esta ferramenta, também seria efetuada uma busca de itens que não mais estariam sendo utilizados dentro da empresa - "Itens Podres" - para encaminhá-los a uma solução de eliminação de melhor resultado para a empresa (venda, sucateamento, leilão, etc), liberando-a assim do ônus da permanência desnecessária destes itens.

1.2. Metodologia

Inicialmente, foram estudadas teorias relacionadas com o assunto. Assim, foram vistos os conceitos e a terminologia relacionados a estoques juntamente com os modelos de reposição de estoques. Também foi vista a teoria referente a Sistemas Especialistas e a utilização da árvore de alternativas.

Posteriormente, foi feita uma análise do fluxo de materiais na empresa e uma análise da importância relativa entre os materiais auxiliares. Nesta análise também foram apresentados alguns problemas na administração dos estoques dentro da empresa.

Neste ponto, partiu-se para elaboração de uma base de regras para escolha dos modelos de reposição dos itens do AG. Também foram discutidos custos e destinações possíveis para os itens inservíveis presentes no almoxarifado.

Finalmente, para facilitar a aplicação da metodologia definida foi proposta a elaboração de um Sistema Especialista.

1.3. Produto Final

Foi definido um Sistema Especialista (SE) baseado num banco de dados relacional em microcomputador, o Access-MS, para auxiliar na operacionalização do processo de definição de modelos de reposição e respectivos parâmetros.

Este sistema recebe informações do sistema principal da empresa (baseado num *mainframe*), processa seus cálculos, faz correções necessárias e as devolve ao sistema principal. Essas correções são passíveis de verificação manual antes de enviadas ao sistema principal.

Para complementação das regras de decisão do SE, ainda deverão ser envolvidos os setores da empresa que utilizam, adquirem ou administram os materiais auxiliares constantes no AG. Assim, o resultado gerado pelo SE será fruto de um acordo entre diversos setores dentro da empresa, não devendo gerar polêmicas quando da alteração de um parâmetro ou da política de algum item por parte dos encarregados pela administração de materiais, decorrente de mudanças em suas características quanto a consumo, custos, *lead-time* de entrega, etc.

Além da vantagem acima, o SE será muito mais rápido, maleável e fácil de se utilizar do que um cálculo usual, podendo, assim, ser aplicado freqüentemente,

em períodos pré-definidos, mantendo o Almoxarifado Geral atualizado quanto aos modelos de reposição e seus parâmetros e também evitando a permanência de "Itens Podres". A figura 1 apresenta o funcionamento do processo.

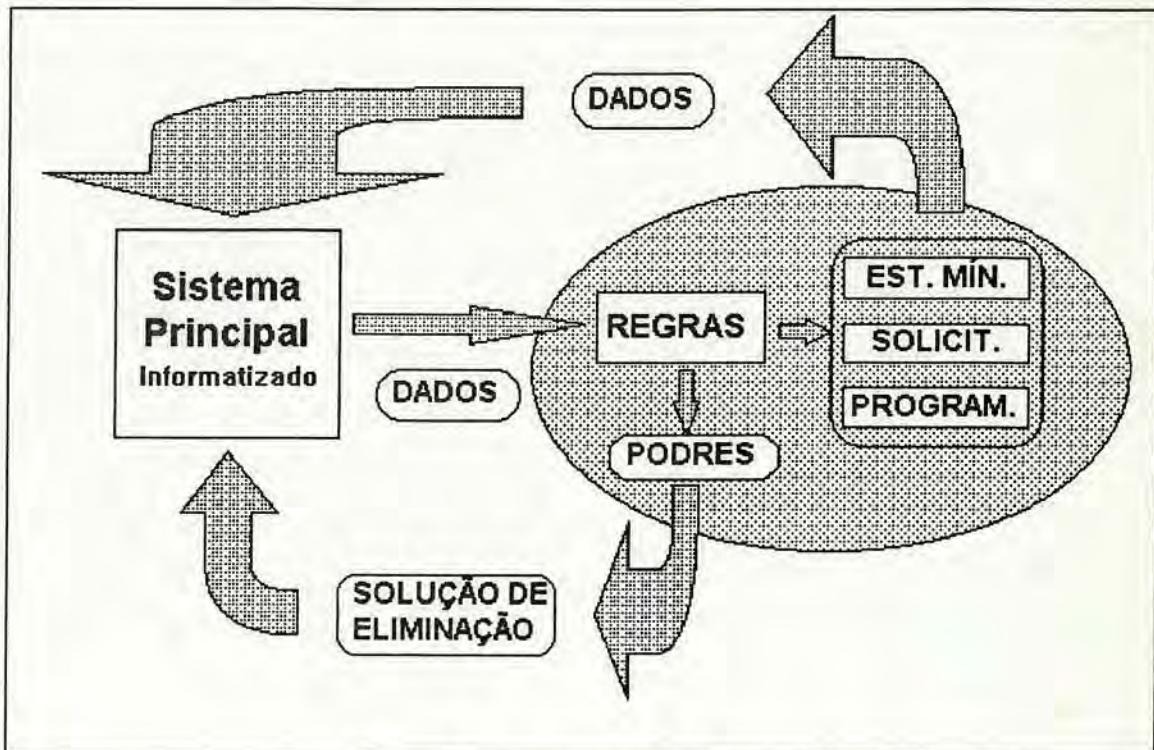


Figura 1- Fluxograma do Processo

1.4. Conteúdo dos Capítulos

Após a Introdução (capítulo 1), no qual são apresentados a proposta, o desenvolvimento e produto final do trabalho, passa-se à Apresentação da Empresa (capítulo 2), na qual encontram-se seu histórico, organização, produtos e processos e a descrição do estágio.

Posteriormente, há uma série de capítulos dedicados à apresentação das teorias utilizadas para elaboração deste trabalho. O capítulo 3 apresenta conceitos e a terminologia relacionados a estoques. O capítulo 4 mostra os modelos de reposição de estoques, classificados em modelos de revisão contínua, revisão periódica e modelos de atendimento à demanda (cálculo de necessidades). Ainda

referente à teoria, conceitos relacionados a Sistemas Especialistas são apresentados no capítulo 5.

O desenvolvimento do trabalho é feito ao longo dos capítulos 6 a 10. O capítulo 6 apresenta a análise do fluxo de materiais na empresa, destacando os de maior interesse para o estudo. O capítulo 7 faz uma análise da importância relativa entre os materiais auxiliares e apresenta alguns problemas encontrados na administração dos estoques.

O capítulo 8 discute custos de estoque para o caso particular da empresa e as regras de decisão utilizadas no SE desenvolvido enquanto o capítulo 9 discorre, sucintamente, sobre custos e destinações possíveis para os chamados "itens podres". O capítulo 10 apresenta os passos no desenvolvimento do SE e sua forma de utilização na empresa.

Finalmente, o capítulo 11 apresenta as conclusões e continuações possíveis para o trabalho.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo apresentamos a empresa, seu histórico, produtos, processos e principais clientes. Aproveitando o tema, também exporemos aspectos relativos ao estágio que propiciou a elaboração deste trabalho.

2.1. Histórico

A Mapri foi fundada em 1943 como uma empresa de capital privado. Em 1960, Lamson & Sessions, uma grande empresa norte-americana do ramo de elementos de fixação, tornou-se associada à Mapri. Em 1970, a USX Corporation adquiriu o controle acionário e fundou uma nova companhia, a Brazaço-Mapri Indústrias Metalúrgicas S.A..

Em 1986, a Companhia Belgo-Mineira, a maior produtora brasileira de aços não planos, com interesse em outras áreas do aço que não a fundição, comprou o capital junto à USX. A família fundadora da empresa ainda detém uma pequena participação acionária e é ativa no gerenciamento da companhia.

Atualmente a Brazaço-Mapri é a maior produtora brasileira de elementos de fixação e a principal fornecedora para o mercado automobilístico e grande número de outros consumidores industriais.

2.2. Organização

A empresa possui quatro plantas (total de, aproximadamente, 1500 funcionários):

Matriz, em São Paulo - SP, com 35.500m² (contém a Divisão Extrusados);
Divisão Porcas, também em São Paulo, com 3.100 m²;
Divisão Contagem, em Contagem - MG com 7.600 m² e
Divisão Matheis em Petrópolis - RJ com 13.400 m²

As divisões de Contagem e Petrópolis possuem certificação ISO 9000. As demais estão no processo de certificação com equipes dedicadas a esse objetivo. A matriz, onde este trabalho foi desenvolvido, tem como meta obter a certificação até meados de 1995.

A maior parte do pessoal gerencial permanece na Matriz, sendo que nas filiais concentra-se basicamente pessoal operacional juntamente com algumas gerências técnicas.

O organograma da empresa é do tipo funcional, o mais usual possível, em forma de pirâmide. Através dele podemos observar a integração das áreas de apoio (figura 2).

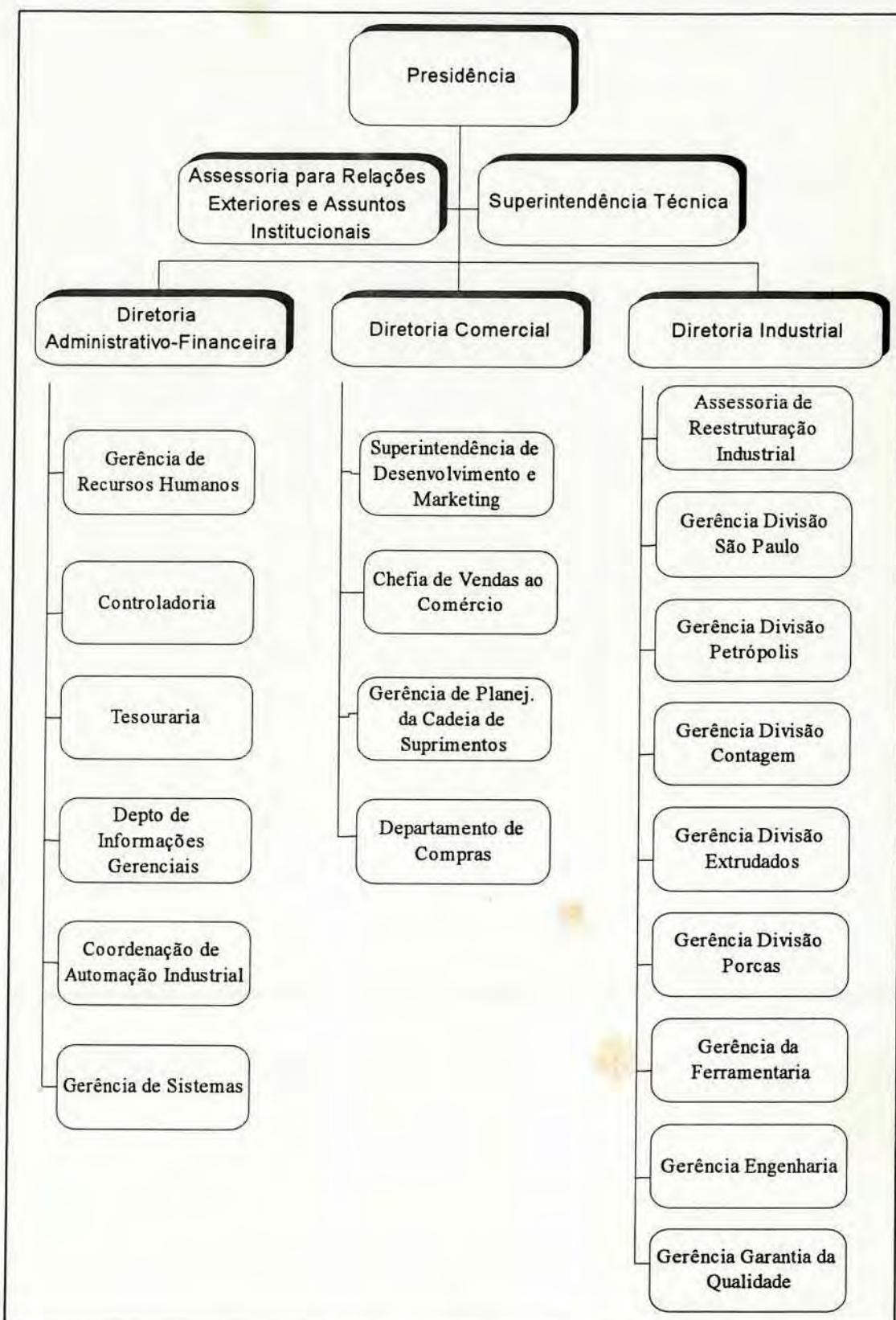


Figura 2 - Organograma da Empresa

2.3. Produtos

A produção da empresa concentra-se principalmente em produtos manufaturados conforme desenho do cliente, ou sob normas internacionais.

Assim, fabrica elementos de fixação e alguns itens extrusados para rodas, carroceiras, suspensões, transmissões, sistemas de freio, componentes elétricos e motores, além de itens para indústria eletro-eletrônica e outras.

A gama de fabricação da empresa compreende as seguintes especificações:

Item	Diâmetro	Comprimento	Peso Máximo
Parafusos normalizados ou sob encomenda	#2 (M2) a Ø 3/4" (M20)	até 6 3/8" (160mm)	-
Peças conformadas a frio	até Ø 1" (M25)	até 6 3/8" (160mm)	1 Lb (500 Kg)
Porcas normalizadas ou sob desenho	#3 (M3) a Ø 7/8" (M22)	-	-
Peças extrusadas a frio	-	-	8,8 Lb (4 Kg)

Figura 3 - Principais Produtos da Empresa

A empresa é licenciada para utilização de fixadores químicos que são adicionados a algumas linhas de parafusos.

Esses produtos são destinados principalmente para a indústria automotiva nacional. Entretanto, também existem clientes de outros ramos industriais (como o eletro-eletrônico) e também exportações (principalmente para a América do Sul).

Existe atualmente na empresa uma pequena seção que executa montagens de alavancas de câmbio para uma montadora nacional.

2.4. Processos

Abordaremos neste tópico não somente o processo "básico" de fabricação, incluídas as estocagens de matérias-primas e produtos acabados mas também o Sistema Informatizado que integra a empresa.

Outros processos da empresa, tanto gerenciais quanto operacionais, poderão estar discutidos em outros tópicos caso seja necessário.

2.4.1. Processo de Fabricação

Para auxiliar o entendimento do processo de fabricação tem-se, a seguir, um fluxograma do processo produtivo.

Podemos observar no fluxograma todo o processo de um item típico da empresa. Alguns itens podem não apresentar todas estas etapas, como no caso dos itens que são fabricados a partir de arame trefilado comprado já pronto ou de itens que têm sua rosca feita na própria prensa que o estampa.

Inicialmente temos a saída de matéria-prima do seu estoque (1 e 2) após uma inspeção (3). Vale lembrar que outra inspeção já foi efetuada quando da entrada do material no estoque.

O fio-máquina é trefilado (5) passando assim, para arame. A fosfatização (4) é necessária para adicionar fosfato à superfície do arame, lubrificando-o.

Antes e/ou entre as passagens do fio pela trefiladora, o mesmo pode necessitar de tratamento térmico (6) que visa reduzir sua dureza e aliviar as tensões no material, tornando-o mais trabalhável.

Quando o arame estiver na bitola e dureza corretas, ele parte para a estampagem nas prensas (7) onde, após múltiplos estágios de estampo, adquire a forma básica da peça.



Figura 4 - Fluxograma Geral do Processo Produtivo

Algumas prensas já produzem parafusos com rosca; caso contrário, a peça passará por uma rosqueadeira (8).

Após rosquear, as peças passam por operações complementares (11) como fazer pontas, fendas, furos, etc.

As peças passam então para o tratamento térmico (12) a fim de adquirir a dureza especificada no seu projeto.

Em seguida é feito o teste Magna-Flux (13), que busca excluir peças com trincas.

Quando necessária, é feita a usinagem (14) da superfície das peças logo após o tratamento térmico.

Finalmente, é feito um tratamento superficial (15) (niquelação, cromeação, etc) seguido da inspeção final (16) e do empacotamento (17), quando a peça dá entrada no estoque de produto acabado.

Mais à frente neste trabalho veremos este mesmo fluxo, porém com a utilização de materiais auxiliares destacada.

2.4.2. Sistema Informatizado

A empresa possui um sistema informatizado Unix, baseado em *mainframe* onde opera o TMS II, Sistema de Planejamento e Controle da Produção. O sistema possui vários módulos, cada um com uma função específica, que tratam desde aspectos relacionados à programação da produção até o controle de custos.

Os vários módulos do sistema são:

Recursos de Instalação e Apoio: usado para instalar e dar manutenção nos módulos do sistema, controlar os usuários habilitados, acesso ao sistema de documentação e emissão de relatórios.

Banco de Dados de Engenharia: cria e mantém o banco de dados com informações sobre produtos e processos da empresa.

Controle de Estoques: controla os níveis e movimentações de estoques, mantém os registros dos inventários e auxilia na geração de ordens e necessidades.

Planejamento das Necessidades de Materiais: fornece o plano detalhado de fabricação e de compra de todos os materiais.

Liberação e Acompanhamento da Produção: executa o plano de produção através da liberação de ordens de produção e requisições de compra.

Plano-Mestre de Produção: auxilia a gerência na definição e na manutenção do plano-mestre de produção, possibilitando uma verificação da viabilidade do plano.

Custos: calcula e mantém diversos custos para todos os itens que constam do banco de dados.

Custeio de Ordens de Produção: calcula o custo das diversas ordens de produção permitindo a valoração do estoque de materiais acabados, entre outras funções.

Gestão de Compras: faz a manutenção das informações relativas a compras, cria ordens e requisições de compra e acompanha as mesmas.

Planejamento da Capacidade de Produção: faz uma previsão da capacidade e dos níveis de ocupação da produção.

Dentre os módulos apresentados, os mais relacionados com este trabalho são o de Controle de Estoques e o de Gestão de Compras, pois estão intimamente relacionados com a política de estocagem dos materiais da empresa.

2.5 Estágio

O estágio iniciou-se apenas no final de agosto e portanto não houve muita disponibilidade de tempo para a seleção do tema do Trabalho de Formatura. Felizmente, encontrou-se uma oportunidade relacionada a um assunto com o qual o aluno já tinha tido contato anteriormente.

Assim, o Trabalho de Formatura começou a ser executado no início de setembro e desde o início o aluno permaneceu sob orientação do Gerente de Compras, Sr. Kilson da Cunha Lobão e do Gerente da Administração da Cadeia de Suprimentos, Sr. Dario Augusto Santanna de Gaspar.

3. ESTOQUES - TEORIA

Este capítulo pretende mostrar um resumo teórico sobre Estoques. Devido a uma série de simplificações (relacionadas a problemas como falta de dados disponíveis ou mesmo a restrição quanto à abrangência deste trabalho), grande parte dessa teoria não pode ser aplicada neste trabalho. Entretanto, este fato não vem a desmerecer nem a parte teórica, aqui apresentada, nem a parte prática.

Quando saímos da vida acadêmica e nos defrontamos com a realidade empresarial, sobretudo a nacional, temos a tendência de pensar que muito do "preciosismo" acadêmico não apresenta utilidade prática. No entender do autor deste trabalho, porém, existe uma certeza de que as teorias acadêmicas são muito úteis e podem ser paulatinamente adaptadas e utilizadas no meio empresarial à medida que "deixamos de tirar a sujeira a balde" e que as melhorias passam a ser somente alcançadas através de procedimentos mais sofisticados.

Alguns procedimentos sofisticados precisam de tantas condições específicas antes de serem utilizados que, mesmo enquanto tentamos atingir essas condições, descobrimos e solucionamos (sejamos otimistas!) tantos problemas que muitas vezes este primeiro esforço traz mais benefícios do que a própria aplicação do procedimento.

3.1. Estoques - Por quê?

Sempre que um processo produtivo necessita de insumos, duas possibilidades existem para este suprimento: produzir (ou adquirir) imediatamente antes do consumo ou estocar os insumos que foram fabricados (ou adquiridos) anteriormente para atender demandas futuras. Todavia, o sincronismo entre quaisquer duas etapas de um processo produtivo é raro pois dificilmente ambas apresentam o mesmo ritmo ou a possibilidade de iniciarem-se simultaneamente (muitas vezes serão executadas com os mesmos recursos) dificultando muito uma escolha pela primeira alternativa.

Soma-se a isto o fato de existirem lotes de produção, resultantes da produção em escala, que muitas vezes correspondem a vários períodos de consumo. Outro fator que vem a ressaltar a importância dos estoques é a existência de incertezas. Estas podem ser relativas à demanda ou até mesmo à produção (como quebras ou até mesmo a falta de insumos). Assim, temos que toda vez que um ou vários destes fatores ocorre em alguma etapa do processo produtivo, a existência de estoques antes ou depois desta etapa tende a atenuar suas consequências dentro do processo global.

Tendo esses aspectos em mente, os executivos das "antigas empresas" passaram a trabalhar com altos estoques, tanto nos extremos como entre os seus vários estágios produtivos. Ter vários meses de produção acabada ou de matéria-prima era motivo de orgulho e de tranqüilidade.

A tranqüilidade, pelo menos em algumas situações, era justificável pois, como já dissemos, a existência de estoques atenua a ocorrência de "distúrbios" na produção. Já do orgulho não se pode dizer o mesmo. Atrás dos estoques, além de uma montanha de dinheiro parado, que custa muito para as empresas, podem estar "escondidos" muitos dos problemas das empresas.

Sempre que algum tipo de "distúrbio" acontece numa etapa, afetando assim o atendimento da etapa seguinte, este pode não ser nem mesmo sentido na etapa seguinte devido ao amortecimento pelos estoques. Dessa maneira os executivos não se incomodavam com esse "distúrbio" e tudo podia acabar permanecendo como estava. Além do gasto para manutenção desses estoques, poderiam estar sendo bancados grandes gastos com a produção de produtos defeituosos.

Quando as empresas são pressionadas a reduzir seus gastos, ou devido ao elevado custo financeiro ou pela pressão da redução dos preços dos concorrentes, e passam a reduzir ou eliminar os estoques (principalmente os intermediários) obtêm, além da diminuição dos gastos relativos, uma outra redução de custos. Esta redução é decorrente da eliminação dos problemas antes acobertados pelos estoques e que algumas vezes resultam em economias maiores que a própria redução de gastos com estoques.

As empresas japonesas levaram essas idéias "ao extremo" e assim surgiu a técnica chamada de *Just in Time* - JIT, também chamada de "Estoque Zero". É salutar dizer que não basta apesar reduzir os estoques a zero e esperar que todas as razões iniciais da sua existência (acima apresentadas) desapareçam. Deve-se diminuir mais os estoques à medida que conseguem-se mais melhorias no processo produtivo.

Dentre os maiores desafios atuais das empresas está a diminuição dos custos fixos e dos tempos fixos de produção, frutos dos ganhos de escala, e que podem ser claramente vistos nos *set-ups* de produção.

Apesar dessa visão de minimizar estoques, a preocupação com uma boa administração dos mesmos é muito importante, sendo que quanto menores os estoques, maiores as chances de ocorrerem faltas e consequentemente maior a atenção que deve ser dada a bons modelos de reposição.

3.2. Classificação dos Estoques

De acordo com a finalidade que um estoque tem, ele recebe diferentes classificações:

estóquies intermediários (ou de processo): são os estoques entre as diversas etapas do processo produtivo (analisado verticalmente desde a produção das matérias-primas), necessários para diminuir as dependências entre essas etapas.

estóquies cílicos: são decorrentes dos lotes de produção (quantidades mínimas de peças fabricadas numa só vez, para compensar os custos fixos de produção) e/ou por uma característica específica do processo (requisito tecnológico).

estóquies sazonais: são aqueles que são acumulados visando o atendimento de picos de demanda evitando sobrecargas na produção ou o aumento da capacidade produtiva.

estoques de segurança: é o termo empregado para designar quantidades adicionais de itens dentro dos estoques que visam atender incertezas, como um aumento de demanda, uma ocorrência de um "pico" ou até mesmo problemas no suprimento do item. Este "estoque" pode ser encontrado "dentro" das demais categorias.

3.3. Terminologia

Antes de apresentarmos os diversos modelos de reposição de estoque encontrados na literatura, explicaremos alguns termos relativos ao tema.

Os termos aqui apresentados, e principalmente os exemplos utilizados, estão mais adequados ao tratamento de estoques de materiais adquiridos de terceiros, porém também são utilizados para o tratamento de estoques intermediários quando, ao invés de uma compra ser acionada para o ressuprimento de um item, temos o acionamento de uma ordem de fabricação.

3.3.1. Demanda e seus parâmetros

Quando qualificamos uma determinada demanda, uma das primeiras classificações que muito ajudam na escolha de modelos de reposição é classificar a demanda em independente ou dependente. Demandas de itens componentes do produto final, matérias-primas e até mesmo ferramentas (entre outras) podem ser consideradas como dependentes, pois dependem da demanda de um ou vários produtos acabados que por sua vez possuem (normalmente) demanda independente.

A principal característica de um item de demanda dependente é que, se conhecermos com exatidão a demanda (ou as demandas) da qual este depende, também conheceremos sua demanda e com isso poderemos planejar suas aquisições de forma a obter um atendimento sem faltas ou atrasos ao menor custo possível (veja mais à frente os modelos de atendimento à demanda).

Quantitativamente, podemos classificar uma demanda de diversas maneiras. Padrões relativos a uniformidade ou oscilações, trajetórias, periodicidade, estabilidade do seu padrão, previsibilidade, sazonalidade e ocorrências de demandas concentradas (picos), classificam a demanda quantitativamente pois, para cada uma destas classificações, existem ou podem ser definidos índices numéricos.

Em determinado momento no tempo, pode-se associar uma distribuição de probabilidades a determinada demanda conseguindo, desta maneira, modelá-la. Na maioria dos casos, associa-se a demanda a uma distribuição Normal, ou por real aderência ou por simplificação (às vezes essa simplificação pode ser considerada grosseira, porém é muito utilizada devido à facilidade de utilização da distribuição normal e a sua difusão).

No entanto, para uma boa modelagem da demanda, deve-se procurar a distribuição que mais se adeque à mesma, podendo-se até mesmo fazer-se um levantamento da distribuição empírica em casos em que um item seja considerado muito importante (veja Análise ABC). Relativos a distribuição associada a uma demanda, temos dois parâmetros considerados os mais importantes: sua média e sua variância (medida de dispersão). Outro parâmetro muito importante, que é obtido através de uma relação entre os dois primeiros, é o coeficiente de variação, que mede a dispersão em termos relativos a média.

Ao longo do tempo, podemos associar curvas (analíticas ou não) aos parâmetros da distribuição associada e desta maneira modelá-la ao longo do tempo. Assim, temos que muitas vezes é associada à média da distribuição de probabilidades de um item considerado sazonal, uma curva senoidal que tenha o período igual ao período da sazonalidade.

Na prática, quando se procura definir quantitativamente a demanda, freqüentemente não se trabalha com dados diretos. O que na maioria das vezes se tem anotado, ou num sistema informatizado ou mesmo em fichas manuscritas, é o consumo. Este é derivado da demanda e da oferta, sendo sempre, o menor dos valores. Algumas vezes, quando existe possibilidade de consumo com atraso ou quando se tem certeza de não terem existido faltas, o valor da demanda

aproxima-se do valor do consumo e pode-se utilizar seus dados sem perda de precisão.

3.3.2. Lead-Time

O *lead-time* ou tempo de ressuprimento de um item é o tempo contado a partir da constatação da necessidade de ressuprimento do mesmo até este mesmo item estar disponível para consumo. Dentro deste tempo estão considerados os tempos de comunicação à área de compras da necessidade do ressuprimento, o tempo de negociação ou efetivação da compra, o tempo de espera (*lead-time* do fornecedor) da entrega do material e o tempo para algum tipo de preparação ou mesmo alocação/registro do item dentro do almoxarifado.

O *lead-time* pode ser considerado fixo, devido a uma confiabilidade razoável do processo de ressuprimento ou, como a demanda, pode apresentar variabilidade e também ser associado a uma distribuição de probabilidades. Quanto maior um *lead-time*, maior será o nível de estoque do item relativo a este, para um mesmo nível de segurança do sistema. Sendo assim, deve-se tentar diminuir os tempos citados anteriormente visando uma redução de custos relacionados ao nível de estoque. Deve-se ressaltar, que parte deste tempo é externo à empresa, sendo assim, muito difícil de ser tratado.

3.3.3. Tratamento Agregado

Um item que, ao invés de ser tratado isoladamente, for analisado conjuntamente, como membro de uma família, poderá propiciar vantagens como o desconto sobre o valor de uma compra (devido ao volume ou até mesmo pela regularidade da compra) e uma maior facilidade na operação como um todo (devido a uma diminuição no volume de documentos envolvidos, número de vezes que o processo de compras é acionado e um menor número de recebimentos, entre outros).

É importante ressaltar que nem sempre estes ganhos são alcançados. Muitas vezes, o próprio processo não permite estas possibilidades, como no caso que cada item tenha que ser pedido num documento separado. Outras vezes, o ganho

obtido estimado é considerado irrisório. Porém, a idéia de tratamento agregado não deve ser esquecida.

3.3.4. Custo de Pedido

O custo de pedido é o custo consequente do processo de compra do item. Assim, temos, dentro deste, o custo de diversos processos tanto internos quanto externos à empresa. Dentre os internos temos o processo de planejamento e execução das compras e algum tipo de manuseio que possa ocorrer no recebimento dos materiais. Dentre os externos, temos o transporte do material (quando feito por transportadora ou pela própria empresa ou pelo fornecedor, quando este for fixo e cobrado à parte) e algum processo que possa ser terceirizado, como quando as compras forem efetuadas com o auxílio de algum órgão externo (como uma cooperativa) que cobre pelo serviço.

3.3.5. Custo de Falta ou Atraso

O custo referente a falta, ou atraso, de um item é, dentre todos os aqui analisados, o mais intangível de todos. Este é decorrente das consequências da quebra de estoque e variam muito de item para item, podendo ser desde uma simples emissão de um pedido especial até a paralisação de uma seção da empresa e uma possível quebra do atendimento a clientes que tem consequências diretas, como atrasos (que podem gerar despesas) ou perda de vendas e indiretos, como perda da confiança do cliente (e do mercado) na empresa.

Neste trabalho, o custo de falta ou atraso será normalmente citado como custo de falta. na verdade, existe pequena diferenciação entre os dois. O custo de falta, propriamente dito, é contabilizado a cada falta, sempre. O custo de atraso, pode ser contabilizado por ocorrência do atraso, como o custo de falta, ou por unidade de tempo de atraso (por exemplo, \$X,00 por dia).

Devido a esta complexidade e consequente dificuldade de quantificar o custo de falta, muitas vezes sua utilização dentro dos modelos de reposição de estoques é substituída pela utilização de um "correspondente" nível de atendimento (veja mais adiante) através de uma classificação do seu grau de importância no

processo produtivo. Os materiais com maior grau de importância são comumente chamados de "estratégicos".

3.3.6. Custo de Estocagem

O custo de estocagem, também chamado de custo de posse, pode ser dividido em duas partes: o custo financeiro e o custo de manutenção do item no estoque.

O primeiro é correspondente à taxa de juros do mercado ou a um possível uso alternativo para dinheiro aplicado nos materiais estocados. Em suma, corresponde ao custo de oportunidade do montante monetário imobilizado no estoque.

A segunda parcela corresponde a diversos gastos ou riscos decorrentes da permanência do material em estoque, dentre eles podemos citar os custos relativos a área utilizada para estocagem, gastos com manuseios e insumos (internos ao estoque), seguros, depreciação, perdas, deterioração e obsolescência dos materiais.

- Gonçalves e Schwember sugerem que estes gastos (total) correspondam de 12% a 24,5% do valor do estoque anualmente em países de primeiro mundo e ressaltam que o valor citado é baixo para a América Latina devendo ser acrescido a estes valores, pelo menos o correspondente à diferença entre as taxas de juros (a utilizada foi 6%).

Vale lembrar que, como apresentado aqui, o custo de estocagem é função direta dos níveis de estocagem (calculados comumente sobre a média do número de itens em estoque no período) pois é expresso sobre um percentual do valor dos itens estocados.

3.3.7. Nível de Atendimento

O nível de atendimento é uma medida da freqüência da quebra de estoque e consequentemente está diretamente relacionado com o custo de falta médio (por período). Este é um valor entre 0 e 1 (0 a 100%) correspondente ao percentual de

vezes que a demanda é atendida prontamente (sem atraso ou não atendimento). Para um cálculo do nível de atendimento global de uma empresa ou parte dela, também podem ser utilizados cálculos relativos ao percentual de itens atendidos prontamente ou percentual do valor dos mesmos.

Como citamos anteriormente, muitas vezes os modelos de reposição de estoques utilizam o nível de atendimento ao invés do custo de falta. Na verdade, os modelos mais sofisticados calculam um determinado nível de atendimento previamente (no qual os parâmetros propostos pelo modelo deverão resultar, em média) a partir de uma relação entre os custos de falta e de estocagem que resulte num custo total "minimizado". Este nível, também é chamado de nível de segurança do sistema.

Porém, como a quantificação do custo de falta é, muitas vezes, muito imprecisa, dispensa-se esta etapa do modelo. Além do mais, na maioria das vezes, as pessoas conseguem com uma precisão muito maior, descrever qual o nível de atendimento "mínimo" que precisam, (que muitas vezes independe do custo resultante) do que o custo propriamente.

O valor usual de um nível de atendimento calculado previamente está entre 95% e 99% e está relacionado à distribuição de probabilidade associada à demanda do item, sendo tão maior quanto maior a criticidade da falta em relação ao custo de armazenagem do item. Como existem caudas muito "longas" em algumas distribuições (como na normal), um nível de atendimento calculado previamente não poderia ser de 100% pois resultaria num estoque de tamanho infinito (teoricamente). Porém, níveis de 98% a "quase" 100% acabam por resultar em níveis de atendimento reais de 100% dentro de um determinado período de tempo. Outras vezes, considera-se a distribuição "truncada" e, aí sim, pode-se atribuir um nível teórico de 100%.

3.3.8. Estoque de Segurança

O estoque de segurança é uma quantidade que, teoricamente, deveria sempre estar armazenada na empresa. Sua finalidade específica varia de modelo para modelo de reposição, porém, sua característica básica é uma só, a de suprir uma

variação positiva da demanda. Quando o estoque de segurança é alto, o nível de atendimento também o é, e vice-versa.

No caso específico de modelos de revisão (que serão apresentados logo à frente), para o cálculo do ponto de reposição, o estoque de segurança é somado à quantidade média que será consumida durante o período do *lead-time*, visando suprir algum tipo de "pico" de demanda neste período. No geral, o estoque de segurança pode ser encontrado em vários modelos de reposição de estoque, sempre, com a intenção de atender variações positivas da demanda.

Em alguns casos, quando a demanda é estável ou quando não se pretende atender os picos e sim gerar esperas ou mesmo faltas (pois não é compensador financeiramente), o valor do estoque de segurança pode ser igual a zero.

3.3.9. Análise ABC

A curva ABC passou a ser utilizada a partir dos anos 50 quando os administradores norte-americanos introduziram a Lei de Pareto na administração de estoques, denominando o processo de Análise ABC. De uma forma geral, a utilização desta análise vai ao encontro da afirmação de que "deve-se dar mais atenção ao que é mais importante", sendo que no lugar de "atenção" pode-se ler "despender mais tempo em análises, projeções e modelos sofisticados" e ao invés de "mais importantes" devemos ler "os itens de maior movimentação monetária".

Na Análise ABC, primeiramente classificamos os itens por ordem decrescente de movimentação monetária (demanda no período × valor do item) e em seguida classifica-se os primeiros de A, os intermediários de B e os finais de C.

A partir deste ponto os itens A, B e C passam a ser tratados diferentemente. De modo geral os itens considerados A são merecedores de maior aprofundamento em modelos de reposição sofisticados (que tomam muito tempo de planejamento e controle), maior uso de matemática avançada na sua previsão de demanda, acompanhamento constante de preços junto a fornecedores e tudo mais que possa resultar em minimização da somatória dos custos relativos ao processo de suprimento. Aos itens C deve-se dar o mínimo tratamento possível (pois, como

veremos, seu número será elevado e seria custoso tratar todos mais a fundo), mediante o uso de controles simplificados e modelos simples. Os itens B terão um tratamento intermediário.

Alguns artigos e livros sugerem que, com a utilização maciça de informática, a importância desta análise torna-se bem menor, pois conseguiríamos despendar um nível (elevado) de atenção a todos os itens, porém, devemos lembrar que alguns fatores, como um acompanhamento constante do preço dos fornecedores e consequente negociação, não dependem especificamente de computadores (pelo menos dos atuais!).

Na maioria das indústrias, normalmente um número de itens muito pequeno é responsável por um volume muito grande de movimentação monetária. Usualmente encontramos 5% dos itens como responsáveis por mais de 80% do volume monetário e esta relação torna-se mais concentrada quanto maior for o nível tecnológico da empresa.

Baseado neste fato (que pode até mesmo ser medido através do coeficiente de relação-padrão de Brown, ρ) encontramos algumas propostas de onde "quebrar" as classes. Uma delas será defendida e adotada neste trabalho quando da aplicação desta análise mais à frente.

Análises mais sofisticadas podem classificar itens de movimentação monetária não tão elevada mas com um custo de manutenção alto (devido por exemplo a um processo de estocagem especial, como refrigeração) como itens de uma classe superior a que ficariam numa análise convencional.

4. MODELOS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUES

A literatura apresenta um grande número de modelos de reposição de estoques, supostamente, cada um sendo ideal para uma determinada situação (de acordo com o tipo de demanda, sua previsibilidade e periodicidade do acompanhamento dos níveis de estoque, entre outras características).

Para cada modelo, existe um número quase incontável de algoritmos que, de acordo com seus "criadores", julgam-se, cada um deles, o melhor para obtenção dos parâmetros ótimos de operação de um determinado modelo.

Neste trabalho discutiremos apenas os modelos de reposição de estoques. A exposição, e até mesmo comparações entre resultados dos diversos algoritmos pode ser encontrada em teses, dissertações e artigos técnicos, alguns deles descritos na bibliografia deste trabalho.

Basicamente, existem três grandes grupos de modelos: os de Revisão Contínua, os de Revisão Periódica e os de Atendimento à Demanda. A seguir, descreveremos estes grupos e algumas de suas variações internas.

Os modelos aqui apresentados são amplamente difundidos no meio acadêmico e tornaram-se quase que um "domínio público", aliás, como todo o tema. Por esta razão, não existem citações de autores nem de textos. Os modelos aqui apresentados podem ser facilmente encontrados em livros referentes ao tema "Estoques", sendo que alguns deles estão descritos na bibliografia deste trabalho.

4.1. Modelos de Revisão Contínua

Os modelos de revisão contínua são, como seu nome já diz, modelos formalizados para situações onde se faz um acompanhamento dos níveis dos estoques "continuamente". De fato, esse acompanhamento poderia ser efetuado depois de cada transação de saída, obtendo-se o mesmo resultado.

Na realidade, utiliza-se esta nomenclatura, e até mesmo os algoritmos correspondentes, para situações onde o período de revisão (de uma revisão periódica) seja muito baixo em relação ao período de ocorrência de transações, como, por exemplo, quando um sistema informatizado realiza uma varredura nos níveis de estoques a cada hora e não costuma-se ter mais de uma retirada de um mesmo material neste período.

4.1.1. (s, Q) - ponto de pedido e lote econômico (duas gavetas)

Este modelo, o modelo básico de revisão contínua, apresenta dois parâmetros. "s", chamado de ponto de pedido (ou ponto de reposição) e "Q", chamado de lote econômico (muitas vezes chamado de "lote de Wilson", porém, este nome é correto somente nos casos onde o algoritmo desenvolvido por Wilson for utilizado para o cálculo).

"s" é uma quantidade mínima que deve ser suficiente para suprir a empresa enquanto uma nova encomenda não chega, ou seja, para suprir a demanda durante o *lead-time*. Muitas vezes, "s" é a soma do equivalente a demanda média durante o *lead-time* mais um excedente, o estoque de segurança, que visa atender uma demanda superior à média ou até uma variação da média enquanto o parâmetro não é atualizado.

"Q" é o tamanho do lote de compra a ser pedido toda vez que o nível de estoque descer abaixo de "s" (é importante ressaltar que este nível é um nível teórico, resultado da soma da quantidade real existente na empresa com a quantidade em trânsito, ou seja, a quantidade que já foi solicitada pela empresa por um ou mais pedidos mas que ainda não chegou na empresa).

Este modelo é também chamado de "duas gavetas", pois no passado utilizava-se o artifício de deixar a quantidade correspondente ao ponto de reposição numa segunda gaveta (ou dentro de uma saco ou divisão interna) juntamente com a solicitação de compra já parcialmente preenchida. Quando se abria a segunda gaveta para retirar material, já se despachava a solicitação de compra. Este

artifício, apesar de facilitar o trabalho, não é mais utilizado em empresas com sistemas informatizados pois o sistema faz automaticamente a solicitação.

Abaixo temos uma figura que representa a variação dos níveis de estoque pelo tempo, utilizando-se este modelo.

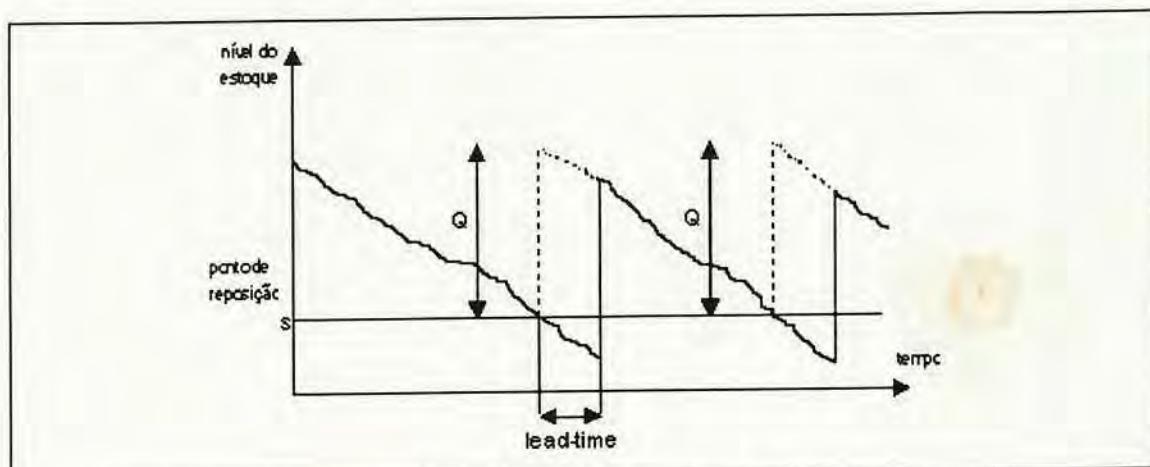


Figura 5 - Modelo (s, Q)

Estes parâmetros podem ser calculados em função dos custos de pedido, falta e estocagem, além de características da demanda, visando que a somatória destes custos (médios, relativos a um determinado período) seja minimizada. Outras restrições, como um nível de atendimento mínimo, também podem ser incorporadas aos algoritmos.

Abaixo temos dois gráficos que demonstram, de maneira simplificada, como varia a soma de dois custos em função da variação de cada parâmetro (o "custo total" descrito nos gráficos na realidade representa a soma de apenas dois deles, ignorando a variação do outro pois esta deverá ser relativamente pequena).

Esta análise referente aos custos continua válida para quase todos os demais modelos desde que feitas pequenas considerações sobre as diferenças entre os mesmos. O importante é que haja uma visualização da existência de um ponto ótimo de cada parâmetro

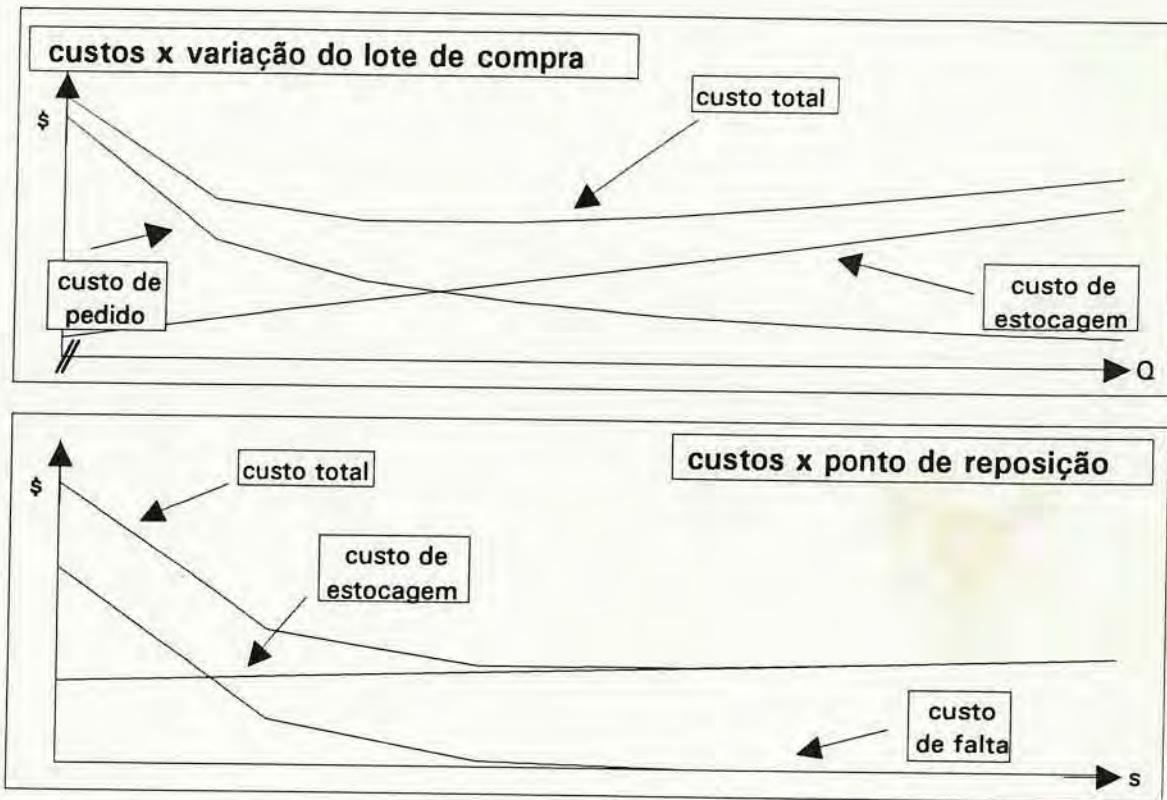
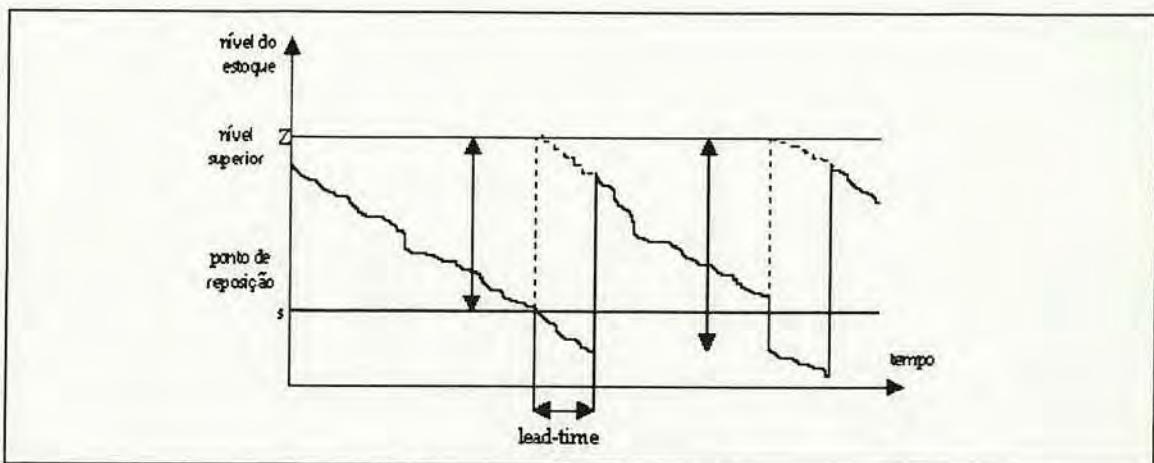


Figura 6 - Gráficos dos Custos x Parâmetros de Revisão

4.1.2. (s,Z) - ponto de pedido e nível de referência superior

Este modelo, uma variação simples do anterior, visa diminuir uma das incertezas do processo e assim, atender a demanda com mais precisão. Uma vez que nem todas as retiradas de estoque se dão de uma em uma unidade, pode ocorrer que uma retirada de um grande número de unidades (demanda concentrada) seja a "responsável" pela "quebra" da barreira do ponto de pedido, assim, o lote de compra, que seria responsável por elevar o nível de estoque a um patamar que suportasse um certo período de tempo até uma nova solicitação, não o faria, elevando-o a um patamar inferior. Tal fato poderia incorrer numa concentração do número de pedidos e assim, aumentar substancialmente este custo médio.

Desta maneira, este modelo determina, que cada vez que o ponto de pedido for "quebrado" compre-se uma quantidade que seja suficiente para elevar o nível (teórico) para um patamar pré-definido, o nível de referência superior.

Figura 7 - Modelo (s, Z)

Esta modificação em relação ao modelo anterior não resolve o problema plenamente, sendo de uma maior utilidade quando da utilização de revisão periódica, onde a incerteza em relação ao nível do estoque no momento do pedido é muito maior (como veremos mais à frente).

Uma variação deste modelo, quando $s = Z$, é comumente chamada de Estoque Base (desde que os pedidos sejam somente feitos quando o nível dos estoques baixarem além de s - na verdade, não existe uma definição clara de que os pedidos, em qualquer modelo, devam ser feitos quando o nível chegar a s ou quando realmente ultrapassá-lo). Esta variação, que muitas vezes é tratada como um modelo à parte, é muito utilizada para itens de pequena demanda, custo de armazenagem baixo e custo de falta significativo, como alguns tipos de peças de reposição.

fig 9

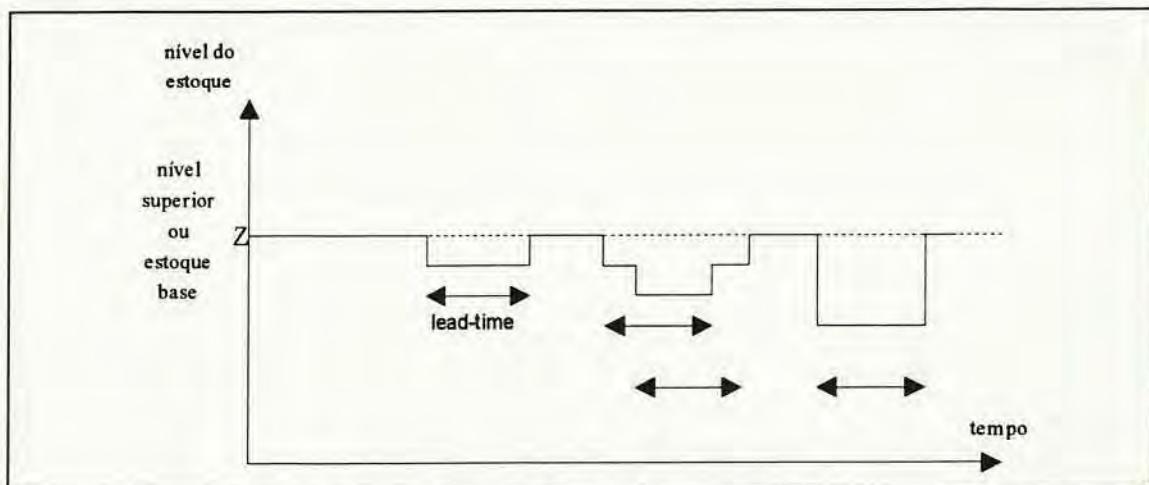


Figura 8 - Modelo de Estoque-Base

4.1.3. (s, c, Z) e (s, c, Q) - primeiro e segundo ponto de pedido e nível de referência superior ou lote

Estes dois modelos, um utilizando nível de referência superior e outro utilizando lote de pedido fixo (lote econômico) têm como finalidade permitir que, num mesmo instante, sejam solicitados vários itens ao invés de apenas um, possibilitando assim, um tratamento agregado.

Este "tratamento agregado" possibilita, entre outras coisas, um rateamento do custo de um pedido entre um número maior de itens e o aumento do poder de negociação da empresa frente aos fornecedores no caso de descontos sobre quantidade total do pedido (logicamente de itens que sejam de um mesmo fornecedor).

Assim, ao invés de termos apenas um ponto de pedido, temos dois: um que aciona efetivamente o processo de compra (ou requisição) e outro, que define se o item deve ser solicitado aproveitando que um outro item da mesma "família" já está sendo.

4.2. Modelos de Reposição Periódica

Os modelos de reposição periódica, como o próprio nome já diz, são modelos onde a reposição dos itens dá-se em determinados intervalos de tempo e não mais continuamente, como nos modelos anteriormente mostrados.

Esta modificação tem como principal objetivo "facilitar" o tratamento dos níveis de estoque pois nele não há mais necessidade de verificarem-se os mesmos "a cada instante". Esta "facilidade" pode ser facilmente questionada, principalmente se pensarmos em sistemas informatizados.

Outros fatores porém, são relevantes quando comparamos estes modelos com os de revisão contínua. Nos modelos de revisão periódica, podemos definir o tamanho do período de revisão, podendo, desta maneira, limitar o número de pedidos. Esta restrição pode até mesmo ser real no caso de alguns fornecedores que têm grande poder de negociação frente à empresa.

Outro ponto que deve ser lembrado é que o fato de concentrarmos as solicitações de compra num ponto pode favorecer o aparecimento de características do tratamento agregado.

4.2.1. (s,Q,R) - lote econômico, nível de referência inferior e intervalo de revisão

Este modelo é adaptado do modelo (s,Q) de revisão contínua, sendo que neste somente faz-se uma verificação dos níveis de estoques, e consequentes solicitações, "de tempos em tempos".

Similarmente, todo momento de revisão (intervalos de R) que o nível de estoque estiver abaixo do nível de referência inferior "s" (como o ponto de pedido), faz-se uma nova solicitação da quantidade do lote econômico "Q".

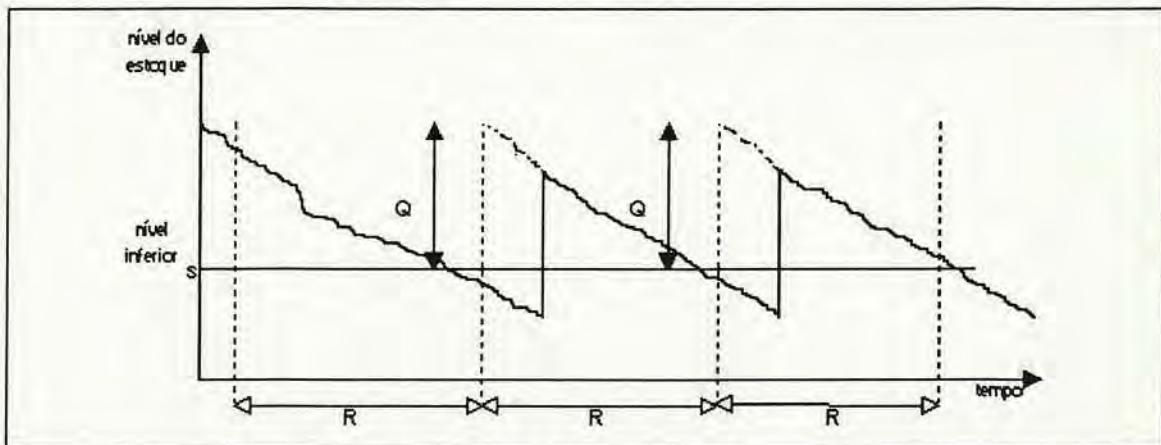


Figura 9 - Modelo (s,Q,R)

Os parâmetros utilizados neste modelo são calculados diferentemente dos do modelo de revisão contínua. Neste caso, o nível de referência (equivalente ao ponto de pedido) deve corresponder a uma quantidade suficiente para a demanda do *lead-time* mais a demanda correspondente ao intervalo *R*, além do estoque de segurança correspondente a todo este intervalo.

Como nos modelos de revisão periódica, existem diversos algoritmos para o cálculo dos parâmetros, onde novamente a preocupação é a minimização dos custos (podendo respeitar certas restrições).

4.2.2. (s,Z,R) - nível de referência inferior, nível de referência superior e intervalo de revisão

Modelo derivado do (s,Z) de revisão contínua, atua da mesma maneira sendo que as solicitações de compra somente são efetuadas em intervalos pré-determinados.

A cada intervalo "R", verifica-se se o nível de estoque está abaixo ao nível de referência inferior "s" e caso esteja, compra-se a quantidade necessária para alcançar o nível de referência superior "Z".

Neste modelo, a importância de substituir o lote de compra "Q" pelo nível de referência superior é muito maior que em relação ao modelo correspondente de revisão contínua. Como já foi dito anteriormente, no modelo (s,Z) a utilização de "Z" tenta diminuir a incerteza quanto ao valor do nível do estoque no momento

da solicitação (devido a uma demanda concentrada, bem superior a somente uma unidade).

Neste modelo, a incerteza é muito maior, pois não somente pode ocorrer uma demanda concentrada, mas principalmente, não sabemos quanto antes do momento de revisão o nível de estoque ultrapassou o nível de referência inferior e qual o tamanho da demanda que ocorreu desde então.

Os modelos de revisão periódica tendem a ter os valores dos seus parâmetros bem acima dos correspondentes de revisão contínua justamente devido a essa maior incerteza, elevando o custo médio de estocagem. Quanto mais conseguirmos "lidar" com essa incerteza, mais essa diferença tenderá a cair.

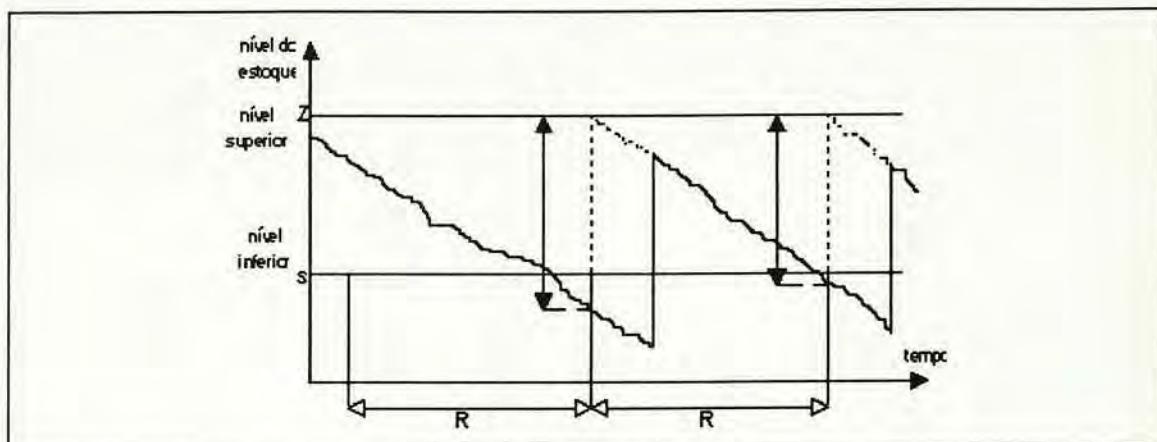


Figura 10 - Modelo (s,Z,R)

4.2.3. (Z,R) - nível de referência superior e intervalo de revisão

Este modelo, é somente uma simplificação do anterior, quando o nível de referência inferior é igual a Z. Este modelo na verdade, foi desenvolvido antes do citado anteriormente.

Nele, a todo intervalo "R", os níveis de estoques são "completados" até o nível de referência superior. Em pelo menos uma referência, este modelo foi chamado de "estoque base periódico" devido à semelhança com o estoque base (modelo (s,Z) com $s=Z$).

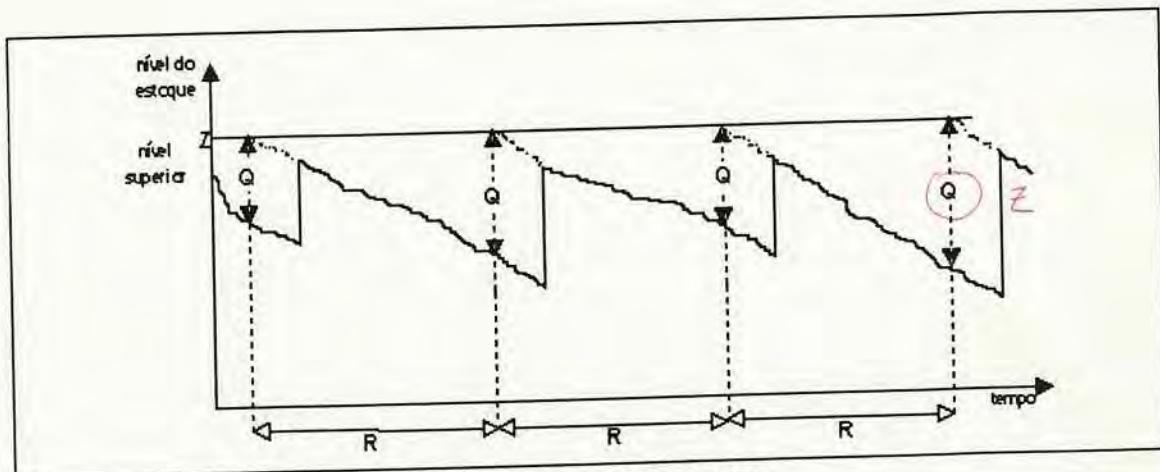


Figura 11 - Modelo (Z,R)

4.2.4. (s, c, Z, R) e (s, c, Q, R) - primeiro e segundo nível de referência inferior, nível de referência superior ou lote e intervalo de reposição.

Estes dois modelos são os equivalentes aos modelos (s, c, Z) da revisão contínua e como estes tentam fortalecer um tratamento agregado. Entretanto, vale lembrar que a própria utilização da revisão periódica já favorece este objetivo, devendo-se apenas "forçar" que itens de uma mesma família tenham os mesmos momentos de revisão no tempo.

4.3. Modelos de Atendimento à Demanda

Os modelos de atendimento à demanda têm como principal diferença, em relação aos anteriormente vistos, o fato da introdução da variável tempo. Nestes modelos, estabelece-se uma relação entre o momento de solicitação do pedido e o momento da utilização (correspondente ao *lead-time*).

Estes modelos obtêm uma redução significativa dos níveis de estoques, sendo que, teoricamente, estes poderiam chegar a zero. Em contrapartida, para executar este modelo necessita-se de um grau de conhecimento da demanda e do *lead-time* quase total, o que muitas vezes é inviável.

4.3.1. Cálculo de Necessidades e suas muitas variações

Este modelo é muito utilizado para itens componentes que apresentam demanda dependente conhecida, como no caso de empresas onde o plano de produção é "congelado" (inalterado) com antecedência de algumas semanas e desta maneira tem-se conhecida a demanda da qual os itens dependem.

O cálculo de necessidades é o princípio básico do MRP (Material Requirements Planning ou Cálculo das Necessidades de Materiais) e do seu "sucessor" o MRPII (Manufacturing Resources Planning ou Planejamento de Recursos de Manufatura), muito utilizados nas empresas de grande porte por todo o mundo.

O cálculo de necessidades é uma técnica que permite o cálculo dos momentos e quantidades em que serão necessários os recursos de manufatura (entre eles os materiais) para que se entregue os produtos acabados em datas pré-estabelecidas com um mínimo de formação de estoques.

Para tanto, parte-se das necessidades dos produtos acabados (quantidades e datas), calculando-se para trás, no tempo, as datas em que as várias etapas do processo produtivo devem ocorrer para cumprir os prazos. Esse cálculo pode abranger todos os recursos produtivos (materiais, máquinas, pessoas, etc), porém vamos mostrar abaixo um exemplo centrado apenas nos materiais.

Imagine um produto bem simples, um carrinho de mão que tem como componentes: caixa, roda, eixo, dois suportes de eixo e duas manoplas. Imagine ainda que o conjunto baixo formado pela roda, o eixo e os dois suportes seja montado em dois dias e o conjunto alto, formado pela caixa e as duas manoplas seja montado em apenas um dia. A montagem final, juntamente com a expedição, demora mais um dia.

Além dos *lead-times* de produção, temos os de compra. Para comprar as manoplas precisa-se pedir ao fornecedor com antecedência de pelo menos um dia. Já para caixa, o eixo e os suportes deve-se pedir dois dias antes e para a roda, três.

No esquema abaixo, representamos todo o processo sobre o eixo do tempo (observe que estamos esquematizando apenas os dias úteis).

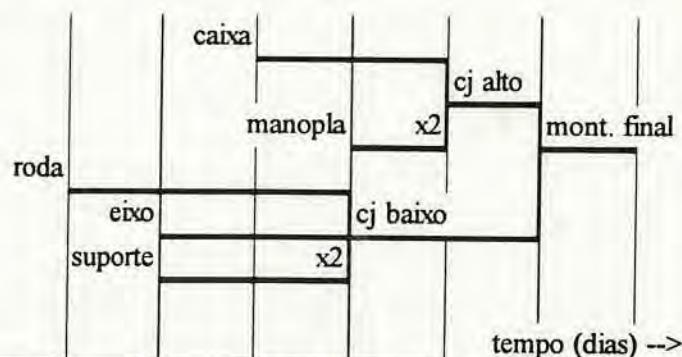


Figura 12 - Esquema Exemplificando o Cálculo de Necessidades

Podemos verificar visualmente, no exemplo acima, os instantes das necessidades de materiais.

O "algoritmo" do cálculo de necessidades é bastante simples, porém, imaginando uma fábrica com centenas ou até milhares de produtos finais e milhares de insumos produtivos, o cálculo torna-se muito pesado para ser executado manualmente, tendo que ser executado com auxílio de computadores e programas específicos.

A partir do momento em que temos todos os instantes e quantidades necessárias para a produção de um determinado período à frente, passamos a analisar como serão feitas as solicitações de compra.

A idéia básica é pedir para que cada material seja entregue somente no momento exato da sua necessidade, porém, alguns tipos de concentrações de necessidades em um só pedido podem ser estudados, diminuindo o custo médio de pedido e minimizando assim, o custo total.

Existem diversas maneiras de concentrar necessidades, que configuram o que aqui foi chamado de variações. As mais usadas são o "lote econômico" e o "período econômico", ambas "herdadas" dos modelos de revisão. No primeiro caso, reúnem-se necessidades até atingir o lote econômico (calculado com as mesmas bases dos modelos de revisão) e faz-se um pedido (marcado para chegar

na empresa no instante da primeira dessas necessidades). No segundo caso substitui-se o lote pelo período, onde este corresponde ao tempo médio que o lote econômico levaria para ser consumido, reunindo em um só pedido, todas as necessidades relativas ao período econômico.

Existem modelos de Pesquisa Operacional, mais precisamente modelos de Programação Dinâmica, que podem explicitar exatamente quais seriam as datas e as quantidades exatas que resultariam num custo total mínimo para atender as necessidades, porém tais modelos dificilmente são utilizados nas empresas devido à sua dificuldade de operacionalização.

É importante ressaltar que um cálculo de necessidades que utiliza o "lote econômico" para reunir necessidades não deve nunca ser classificado como modelo de revisão, pois como já dissemos, os modelos de revisão têm sua atenção focada para um monitoramento dos níveis de estoques e não das demandas dos itens, como no caso dos modelos de atendimento à demanda.

432

5. SISTEMAS ESPECIALISTAS

10

Este capítulo apresenta a definição do que é um Sistema Especialista juntamente com uma técnica de seleção de alternativas chamada de Árvore de Alternativas (ou Decisão) que fará parte do SE.

5.1. O que é um Sistema Especialista

Sistemas Especialistas (SE) ~~assim~~ são chamados porque substituem os serviços prestados por um especialista. "Especialista", nesta definição, refere-se tanto ao fato da pessoa dedicar-se a uma tarefa em especial, como de ser considerada boa conhecedora do assunto referente à mesma e, desta maneira, conseguir atingir bons índices de acerto.

Assim, programas de computador são elaborados para responderem a uma mesma pergunta do mesmo modo que um especialista responderia. Para tanto, esses sistemas precisam "saber" algumas características específicas para que consigam responder à pergunta de maneira eficiente. Essas características servirão de entradas para o sistema, que, através de regras pré-estabelecidas, devolverá uma resposta.

As regras utilizadas pelo SE deverão reproduzir o raciocínio utilizado pelo especialista em cada tarefa. Assim, pode-se utilizar comparações com padrões, Análises *Cluster*, Árvores de Alternativas, etc. Neste trabalho serão utilizadas Árvores de Alternativas, que serão explicadas mais à frente neste capítulo.

Existem diversos sistemas especialistas conhecidos na atualidade, entre eles, os de propostas de cartão de crédito e os de análise de investimentos financeiros. Quando se envia uma proposta de cartão de crédito a um banco, nem sempre esta será analisada por um funcionário. Na maioria das vezes esta será analisada por um SE encarregado de analisar propostas e responder se, para o banco, é compensador ou não admitir aquela pessoa como associado.

Neste caso, existe um risco do associado não pagar as faturas. Desta maneira, o SE analisa se as características do indivíduo (renda, posses, familiares, idade, escolaridade, etc) o encaixam dentro do grupo de pessoas que costumam pagar suas faturas ou não. Algumas vezes o sistema não consegue "afirmar" com certeza em que grupo a pessoa está e neste caso, a análise passará a ser feita por um especialista como antes.

Isto acontece porque não se conseguiu uma definição exata das regras para seleção de associados e preferiu-se que somente os casos extremos fossem definidos pelo SE, enquanto os duvidosos ficassem a cargo de especialistas. Neste caso, pode-se dizer que o SE substituiu um "especialista júnior" que inicialmente fazia uma seleção prévia das propostas solucionando algumas e encaminhando outras a um "especialista senior".

Um SE será tão mais eficiente quanto melhores forem as suas regras. Estas, poderão e deverão ser modificadas ao longo do tempo, incluindo-se novas decisões, retirando se velhas e melhorando ou atualizando as regras, em resumo, incorporando-se ao SE as mudanças que possam ter ocorrido no processo ao qual este está relacionado.

Não se pode dizer que esses sistemas, elaborados em computadores, conseguem prestar os mesmos serviços que um profissional treinado e experiente numa determinada função. Na verdade, existem vantagens e desvantagens na sua utilização.

A principal vantagem da utilização dos SE está na disponibilização da mão-de-obra especializada que executaria o serviço. Mesmo que seja necessário a presença de uma pessoa para operar o sistema (entrando dados, por exemplo), esta pessoa necessitará de uma qualificação muito inferior à de uma pessoa que fizesse todo o processo, gerando assim, uma economia para a empresa.

Outra vantagem na utilização de SE's está na velocidade de trabalho. Principalmente quando o trabalho for repetitivo, não apresentar grandes especificidades e se basear em um grande número de perguntas e verificações, a

velocidade de resposta de um SE pode ser muito superior à convencional. Outra característica importante de um SE é a sua invariabilidade. Como as regras estão bem definidas e o SE não apresenta falhas na execução destas, a resposta do sistema a uma determinada situação será sempre igual.

Em contrapartida, os SE's estão baseados em regras pré-estabelecidas que deverão ser exaustivas para todos as possibilidades que possam aparecer e transcrever claramente o raciocínio que deve ser feito por uma pessoa para uma seqüência de regras não é tarefa fácil, além do mais, um especialista se ajusta a variações no ambiente enquanto o SE não. A criatividade não está presente ~~entre~~ entre as qualidades de um SE.

Assim, a utilização de SE's é especialmente indicada para tarefas rotineiras e que apresentam baixíssima variabilidade, tarefas estas que nem mesmo seriam estimulantes para uma pessoa desempenhar. Essas devem possuir apenas decisões simples, para que sejam colocadas dentro de uma seqüência de passos possível de ser representada dentro de um programa de computador.

Existem alguns SE's experimentais que utilizam Inteligência Artificial. Esta tecnologia pretende construir SE's que consigam "aprender" com as próprias decisões. Porém, esta é uma tecnologia de ponta que não está num estágio de utilização comercial.

5.2. Árvore de Alternativas (decisões)

Uma árvore de alternativas consiste em um tipo de modelagem do raciocínio usado para escolher a melhor alternativa entre várias possíveis.

Parte-se do início da árvore, onde existe apenas um caminho possível e, à medida que encontram-se os "nós", faz-se perguntas que decidirão qual o ramo a seguir, e assim, sucessivamente, até que se chegue a um resultado final.

Exemplificando, imagine que uma pessoa tenha que executar um furo numa parede e tenha a disposição uma série de alternativas. O objetivo é passar um

cabo de um lado para outro de uma parede e entre as alternativas que lhe foram sugeridas, temos a de utilizar martelo e prego, uma furadeira manual, uma furadeira elétrica portátil ou escavar com uma colher.

O problema aqui é razoavelmente simples e a maioria das pessoas diria que usar a furadeira elétrica portátil seria a resposta óbvia. Porém, imagine que não seja tão simples e que se deva fazer uma pequena reflexão antes de executar o serviço.

Assim, essa pessoa foi perguntar a um experiente encanador, o qual ele julgava que deveria dar uma boa resposta ao seu problema. Este pensou um pouco e respondeu: "Depende". O primeiro ficou inicialmente chocado com a resposta porém, logo perguntou: "Depende do quê?".

O encanador então respondeu que, dependendo da espessura da parede, do acabamento desejado e das condições para utilização dos equipamentos disponíveis, ele tomaria decisões diferentes. Logo em seguida o encanador fez três perguntas. Perguntou qual era a espessura da parede e a resposta foi que era "aproximadamente um meio palmo". Em seguida perguntou se o acabamento do furo deveria ser bom ou não, e a resposta dada foi que isso não importava muito. Por último, perguntou se havia uma tomada por perto ou possibilidade de se puxar uma extensão e a resposta foi negativa, pois se tratava de um celeiro velho, muito distante da sede da fazenda.

Depois de ouvir essas três respostas, ele prontamente disse que a melhor alternativa era utilizar uma furadeira manual. Essa não seria a resposta que muitas pessoas dariam, pois talvez se esquecessem de fazer uma ou outra pergunta necessária, no caso, se existia ou não possibilidade de ligar-se à energia elétrica.

Na verdade existe um modelo de decisão dentro da cabeça do encanador que poderia, com algum esforço, ser modelado para ser utilizado sem a necessidade do mesmo estar presente. Pode-se utilizar, então, uma árvore de alternativas que tivesse as perguntas feitas pelo encanador nos nós, para orientar as decisões.

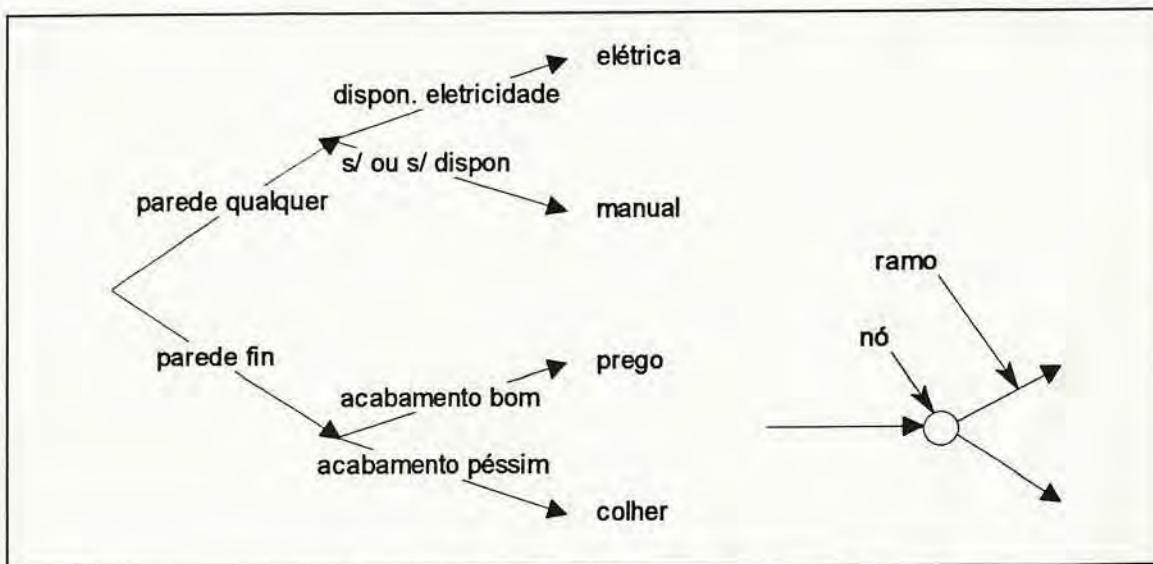


Figura 13 - Árvore de Decisão do Encanador

Pode-se observar na árvore que algumas alternativas podem ser utilizadas em qualquer situação e outras não. No caso, a furadeira manual sempre pode ser utilizada enquanto as outras alternativas tem restrições. Então, por que não utilizar sempre a furadeira manual? Porque existem esforços diferentes para diferentes alternativas. Como é muito mais cômodo utilizar a furadeira elétrica, então, seu uso deve ser priorizado. Da mesma maneira, modelos de reposição que possibilitem menores custos dentro de um mesmo nível de atendimento também deverão ser priorizados.

Completando a árvore de alternativas mostrada acima, tem-se a priorização das alternativas, no caso, primeiro a furadeira elétrica seguida da manual, do uso de prego e martelo e por último, escavar com a colher. Isto pode ser observado, neste caso, pela ordem de apresentação das alternativas.

Para assegurar que as alternativas que trazem o melhor resultado sejam escolhidas, as perguntas deverão ser elaboradas de modo a se descobrir se é possível ou não utilizar essas alternativas e, caso a resposta seja positiva, a escolha deverá ser nessa direção.

Desta maneira, poderão ocorrer situações em que uma ou algumas das alternativas nunca seja escolhida, pois ela tem resultado inferior a uma ou a cada

uma dentro de um conjunto que cubra todas as possibilidades existentes. No caso acima, o prego e a colher nunca serão utilizados pois têm resultados considerados piores que uma solução "universal", a furadeira manual.

Vale lembrar que, quando o número de alternativas aumenta, a complexidade da árvore de alternativas aumenta numa velocidade muito maior e muitas vezes é necessário que se repitam alternativas em vários ramos da árvore. Neste caso, uma boa elaboração das perguntas e da distribuição das alternativas pelos ramos serão fundamentais para que a árvore não se torne muito maior que o suficiente. Nós com mais de dois ramos e a eliminação de alternativas que nunca serão escolhidas poderão auxiliar para atingir este objetivo.

6. ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAIS

Podemos classificar os materiais presentes dentro de uma fábrica em quatro classes principais: matéria-prima, material em processo, produto acabado e materiais auxiliares.

Neste capítulo abordaremos aspectos relacionados a todos estes materiais dentro da empresa. Assim, teremos uma breve explicação sobre como são tratados os diversos tipos de materiais - as matérias-primas, os materiais em processo e os produtos acabados e em seguida nos aprofundaremos na discussão de como são tratados os materiais auxiliares, foco deste trabalho.

Também será apresentado o processo de compra de materiais.

6.1. Matéria-Prima

Existem somente duas matérias-primas (assim classificadas) dentro da empresa:

- fio-máquina e
- arame trefilado.

A primeira é "matéria-prima em estado bruto" que, após trefilada, gera a segunda, "matéria-prima preparada". A quantidade adquirida da primeira (fio-máquina) é muito superior a da segunda. Ambas são compradas na forma de rolos de aproximadamente um metro de diâmetro de diversas composições químicas, durezas e bitolas.

Existem aqui alguns fatores que definem a aquisição de uma ou outra matéria-prima. O fio-máquina é mais barato, porém precisa ser preparado antes da fabricação das peças, acarretando um determinado custo adicional que pode (e normalmente isso ocorre) elevar seu custo total acima do custo do arame trefilado assim adquirido.

Apesar do arame trefilado também poder ser trabalhado, o fio-máquina é mais facilmente trabalhado para adquirir diversas bitolas, podendo assim, ser utilizado na fabricação de diversos desenhos de peças, diminuindo o nível global do estoque de matéria-prima (devemos lembrar que os lotes de compra desses materiais são da ordem de dezenas de toneladas).

Assim, podemos verificar porque a matéria-prima que vai dar origem a produtos de grande volume de produção é adquirida na forma de arame trefilado e já a que dará origem a produtos de pequeno volume é adquirida na forma de fio-máquina.

Abaixo temos um pequeno esquema que nos ajuda a entender o processo e já apresenta os locais de armazenagem dos materiais.

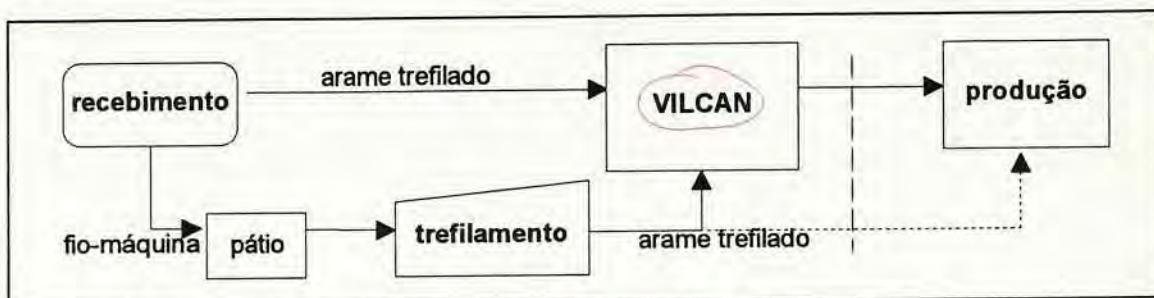


Figura 14 - Fluxograma do Caminho da Matéria-Prima

O fio-máquina é estocado no Pátio enquanto o arame trefilado é estocado num Almoxarifado chamado de VILCAN. No pátio, o fio-máquina permanece no chão enquanto no VILCAN existem "cabideiros" para os rolos.

O transporte desses materiais é sempre executado por empilhadeiras equipadas com uma garra especial para rolos e bobinas.

A movimentação e a estocagem do material está ligada a Produção e não a Suprimentos, facilitando, assim, a flexibilidade e velocidade dessas operações sendo que a área que utiliza o material é a mesma que o armazena.

A codificação desses materiais no sistema é feita por meio de códigos simples de seis dígitos onde o primeiro é sempre uma letra e os demais números. Quando a

letra é "M" indica fio-máquina e quando esta é "T" indica arame trefilado. Os dois dígitos numéricos seguintes indicam de qual das divisões é o material. Os demais relacionam o tipo de material e sua bitola através de dígitos seqüenciais.

Toda a compra deste material é efetuada através de Programação gerada da explosão do Cálculo de Necessidades de Materiais. O cálculo das necessidades é passado pelo PPCP para o departamento de Compras a cada mês (quando são encomendados os materiais para o mês seguinte).

6.2. Material em Processo

Como observamos ao estudar o processo de fabricação, existem diversas etapas até a matéria-prima transformar-se em produto acabado. Dentro da empresa, o material que deixa o VILCAN, o almoxarifado de arames trefilados, é considerado material em processo e somente deixa este estado após passar pela inspeção final, pelo empacotamento e, assim, dar entrada no estoque de produto acabado.

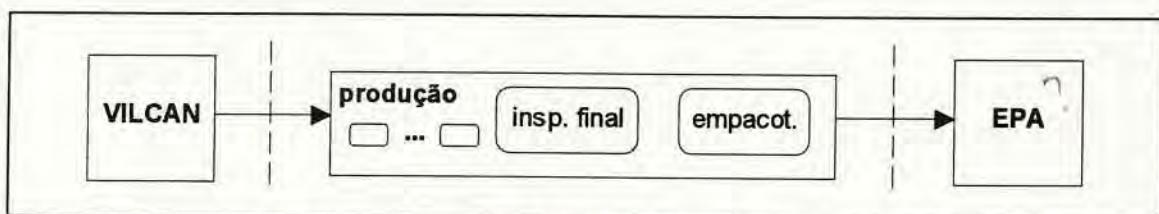


Figura 15 - Fluxograma do Caminho do Material em Processo

Devido não somente ao razoável número de operações, mas principalmente ao elevado tempo de algumas, à necessidade de transporte por empilhadeiras a cada etapa e a existência de operações efetuadas em plantas diferentes ou mesmo terceirizadas, o tempo médio de passagem de um determinado material por todo o processo produtivo é em torno de um mês. Assim, a quantidade de material em processo dentro da empresa é razoavelmente elevada, se comparada a empresas de outros setores.

Dentro da empresa, todo o material em processo é transportado e armazenado em caixas metálicas, empilháveis e de fácil manuseio por empilhadeiras, com capacidade para até 300Kg.

É importante ressaltar a categorização do material em processo dentro deste trabalho, pois é nesta fase que uma grande parcela de material auxiliar (foco deste trabalho) é agregado ao produto ou usado na sua transformação. Produtos químicos, ferramentas e embalagens, entre outros, estão neste grupo. Na preparação da matéria-prima são utilizados alguns poucos produtos químicos enquanto na expedição são utilizados, basicamente, alguns tipos de embalagens.

6.3. Produto Acabado

Assim que as peças são inspecionadas (inspeção final) e embaladas, elas passam a ser caracterizadas como produto acabado antes mesmo de chegarem ao EPA, Estoque de Produto Acabado que está subordinado à Administração de Vendas e localizado ao lado do empacotamento.

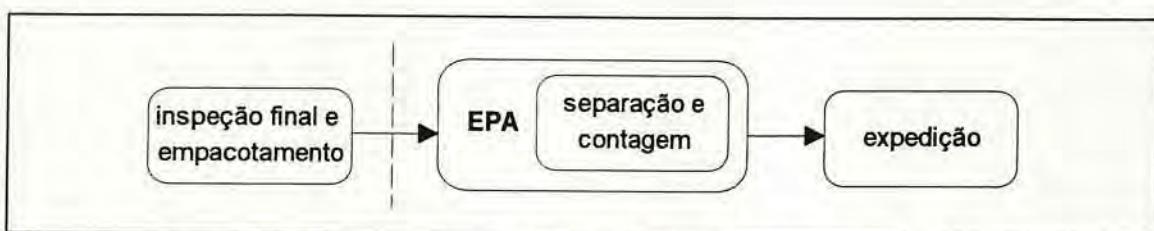


Figura 16 - Fluxograma do Caminho do Produto Acabado

O EPA consiste de um armazém verticalizado onde as caixas e os sacos contendo produtos acabados são guardados em endereços classificados e registrados através de um sistema informatizado.

O transporte dos itens dentro do armazém dá-se através de vários meios. Do empacotamento até uma "área de recebimento", esse é feito com o auxílio de pallets que são transportados por empilhadeiras movidas a gás. Após definidos os endereços, as caixas ou sacos plásticos dos itens são movimentados até os seus endereços nas prateleiras com o auxílio de empilhadeiras hidráulicas manuais,

que são utilizadas basicamente como "elevadores" pelos movimentadores que, manualmente, colocam os itens dentro dos endereços.

Os itens são codificados através de um código simples de cinco dígitos sendo sempre precedidos pela letra P (produto acabado). O primeiro dígito indica a divisão que fabrica o produto e os seguintes são números seqüenciais. Esta codificação está sendo revista para introdução de outra mais estruturada.

Embora existam embalagens padronizadas da própria empresa (caixas e sacos plásticos), muitas vezes os itens têm de ser embalados em volumes pré-definidos pelos clientes. Estes podem ser sacos plásticos especiais (anti-chama), caixas de papelão em formatos diferenciados, caixas plásticas ou até mesmo metálicas. Dentro do EPA, os itens sempre são estocados nas suas próprias embalagens de venda. Algumas, como as caixas metálicas, são guardadas fora das prateleiras devido ao seu formato e/ou peso total.

O processo de saída é similar ao de entrada, sendo a retirada executada com o auxílio das empilhadeiras manuais e o transporte da "área de separação de pedido" até o caminhão ou outro utilitário localizado na expedição, através de empilhadeiras a gás e novamente com o uso de *pallets*.

Algumas vezes, quando o número de peças do pedido não corresponde a um múltiplo do número armazenado nas caixas ou sacos, é necessário contar-se algumas peças com o auxílio de balanças contadoras e depois devolver o restante nas prateleiras.

Os pedidos de separação vindos do Departamento de Vendas através do sistema informatizado são impressos e, em seguida, executados. Após a confirmação da separação, a nota fiscal é emitida automaticamente. Aguarda-se então a chegada do transporte, o carregamento e a saída do mesmo. O nível de estoque é atualizado automaticamente pelo sistema e existe também um inventário circulante para verificação.

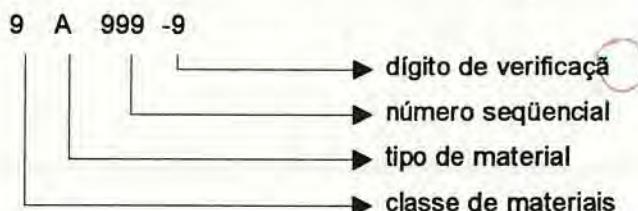
6.4. Materiais Auxiliares

Dentro da empresa, são considerados materiais auxiliares todos os materiais adquiridos que não se enquadram na definição de matéria-prima. Assim, temos como materiais auxiliares desde materiais de limpeza, passando por produtos químicos e ferramentas até peças componentes do produto, como no caso de arruelas. Como o tema deste trabalho trata diretamente com estes materiais, eles terão uma explicação um pouco mais profunda que as dos demais.

Esta vasta carteira de itens, que beira a dezena de milhar, está toda ela sob responsabilidade da Seção de Suprimentos, contida no Departamento de Compras e armazenada no Almoxarifado de Materiais Auxiliares - AG.

A codificação destes itens foi recentemente modificada devido à troca do sistema informatizado, que era específico para Materiais, para um dos módulos do sistema centralizado que já vinha sendo utilizado por outros setores da empresa.

O código anterior, que será utilizado neste trabalho, era composto de sete dígitos sendo dois números seguidos por uma letra e mais quatro números, sendo que o último é um dígito de verificação. Atualmente, existe uma entrada de referência cruzada que permite o uso do código velho paralelamente ao novo enquanto as pessoas envolvidas habituam-se com a mudança.



Os grupos de materiais (correspondente ao primeiro dígito) são os seguintes:

Grupo 0	peças componentes do produto
Grupo 1	materiais que integram o produto
Grupos 2 e 3	materiais intermediários de produção
Grupos 4, 5, 6, 7 e 8	materiais de consumo geral
Grupo 9	peças especiais de reposição

Dentre os itens do grupo 0 - peças componentes do produto - temos por exemplo: arruelas, ímãs, fios, alguns produtos químicos e peças de alavancas de câmbio.

Dentre os itens do grupo 1 - materiais que integram o produto - temos vários produtos químicos, materiais de embalagens, lubrificantes e combustíveis.

Dentre os itens dos grupos 2 e 3 - materiais intermediários de produção - temos aços para ferramentas, pentes e rolos laminadores, brocas, serras, lixas, pinças e outras peças de consumo normal em máquinas operatrizes.

Dentre os itens dos grupos 4, 5, 6, 7 e 8 - materiais de consumo geral - temos materiais para manutenção, como aços, brocas, rebolos, limas, serras, ferramentas manuais, acessórios, dispositivos, aparelhos de medição, rolamentos, correias, elementos de fixação e vedação, material elétrico, plásticos e borrachas, materiais de limpeza e material de proteção individual, entre outros.

Dentre os itens do grupo 9 - peças especiais de reposição - temos as diversas peças de reposição para as máquinas operatrizes.

O código atual é formado por cinco números precedidos pela letra A (materiais auxiliares), sendo que o primeiro dígito corresponde à divisão e os demais são seqüenciais. Como se pode observar, esta nova codificação é muito menos estruturada que a anterior e houve a necessidade de se relacionar um novo campo, a cada registro de item, que indicasse a classe dos materiais.

Na página seguinte, temos o fluxograma básico do processo de fabricação da empresa, destacadas as entradas dos materiais que são considerados auxiliares. Lembramos que existem muitos outros materiais auxiliares, como alguns citados logo acima, que não fazem parte deste fluxo.

No fluxograma estão destacados, em negrito, os processos onde existe uso intensivo de produtos químicos e, através de setas, os processos onde existe uso de grande volume de ferramentas, aparelhos de medição, embalagens e arruelas.

Porém, muitos outros usos existem, dentre os quais podemos destacar o uso de lubrificantes em todas as etapas de usinagem e estampagem, o uso de equipamentos de proteção individual em quase todos os processos, o uso de aparelhos de medição em vários deles, além das peças de reposição dos equipamentos entre outros.

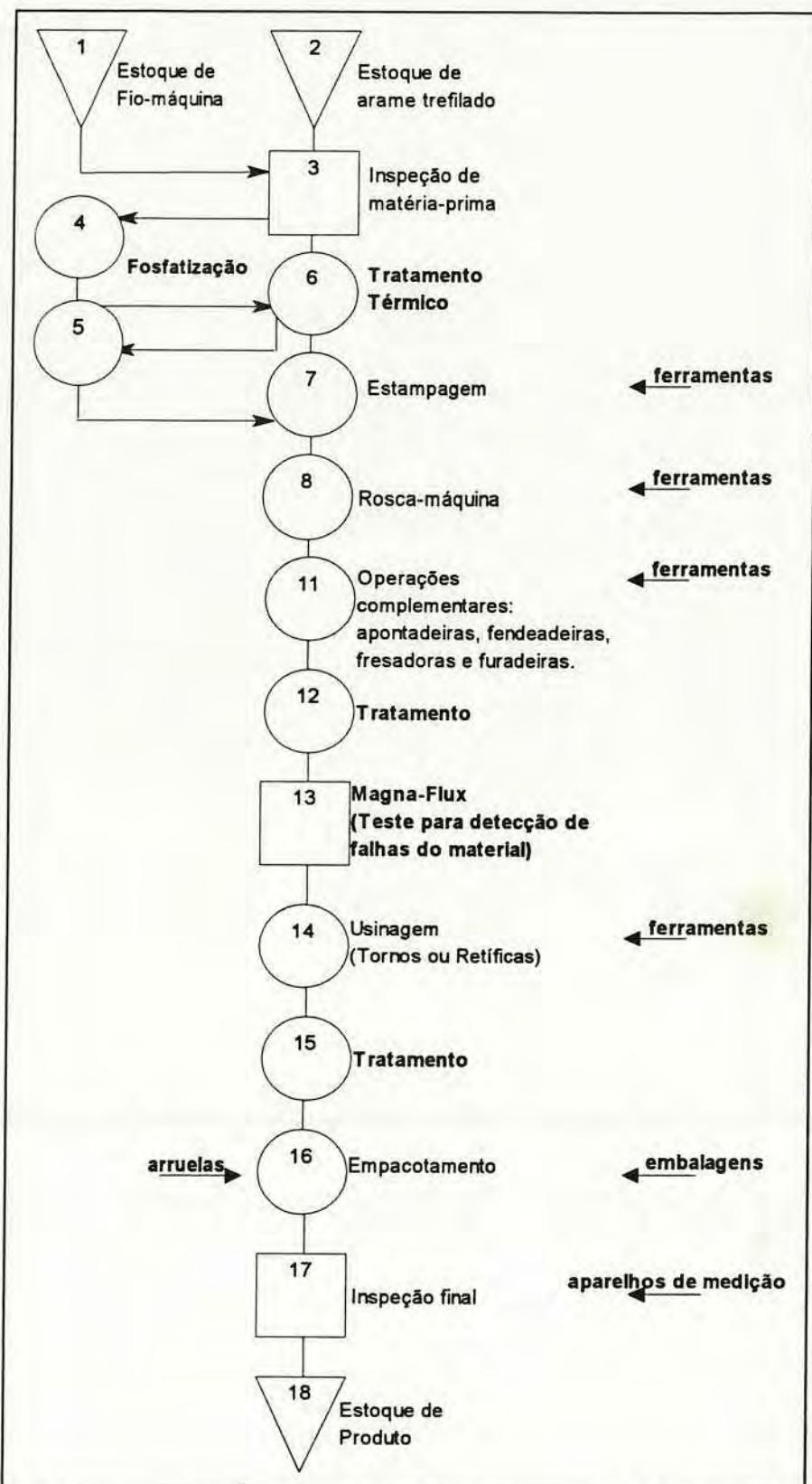


Figura 17 - Fluxograma do Processo com Ênfase no Uso de Materiais Auxiliares

qual

Alguns materiais, como os de limpeza por exemplo, nem mesmo estão relacionados com o processo mostrado no fluxo, porém não conseguíramos descrever todos os fluxos.

O AG consiste de um armazém com prateleiras de diversos tamanhos de endereços, devido à grande diversidade dos itens, e no qual toda a movimentação se dá basicamente de forma manual. Existem dois andares de prateleiras, sendo que no segundo andar localizam-se somente peças de reposição (de menor movimentação). Em prateleiras separadas (e com maior acesso para a empilhadeira), são armazenadas arruelas e alguns outros tipos de materiais. Para auxiliar o recebimento dos materiais e o seu transporte até esses endereços existe uma pequena empilhadeira elétrica.

A retirada de materiais do AG, para uso, dá-se de uma das seguintes maneiras, dependendo do item estar ou não disponível e de este ser ou não catalogado no sistema:

Item normal de estoque (catalogado no sistema)

O usuário faz uma requisição e leva-a até o almoxarifado (esta requisição deve estar assinada pelo chefe ou outro responsável pelo setor do usuário), o almoxarife verifica se existe o material e, caso afirmativo, entrega-o para o usuário. Uma das vias da requisição fica com o almoxarife e outra com o usuário.

No caso de materiais de escritório, que são tratados à parte e constam de outro almoxarifado (porém no mesmo local), existe somente uma única via que fica com o almoxarife.

Item não normal de estoque (catalogado no sistema)

O usuário faz uma requisição da mesma forma anteriormente citada e a leva ao AG. O almoxarife verifica que o material não consta (na maioria das vezes porque a política de reposição assim determina) e devolve a requisição carimbada com o aviso de falta de material. Em seguida, o almoxarife notifica a área de

Suprimentos para que esta execute a compra. Após a chegada do material, o usuário é chamado e de posse de outra requisição, retira o material.

O usuário tem a opção de ligar para o AG e solicitar a compra do material para depois ser chamado para retirá-lo.

Item não normal de estoque (não catalogado no sistema)

O usuário preenche uma SC (Solicitação de Compra) e de acordo com o tipo de material, envia-a ou para o setor de Compras ou para a área de Suprimentos (vide explicação sobre o processo de compra de materiais auxiliares mais à frente). Após o processo de compra do material e sua chegada, o usuário pode retirar o material no AG mediante uma requisição.

6.5. Materiais Estratégicos

Os materiais do grupo 9 - peças de reposição - são muitas vezes considerados como integrantes de um almoxarifado à parte, o Almoxarifado de PS (peças sobressalentes). Entretanto, realmente fazem parte do AG. Estes materiais tem características muito diferentes do restante, pois muitos deles são de demanda muito baixa (uma unidade a cada semestre). Porém, como apresentam *lead-time* de entrega elevado e podem ser responsáveis pela paralisação de uma máquina, são assim considerados estratégicos e por essa razão, devem sempre constar fisicamente do AG.

Alguns materiais de outros grupos (como o grupo 7 - materiais elétricos) também têm demanda muito baixa mas não são considerados estratégicos pois um atraso no seu fornecimento não causaria grandes transtornos. Assim não constam fisicamente do AG, sendo que são comprados após suas solicitações.

No grupo de materiais considerados estratégicos temos peças de reposição (desde fusíveis e placas eletrônicas até eixos) com *lead-time* de entrega elevado (maior que 15 dias), principalmente importadas, embalagens, ferramentas e insumos para ferramentas (também existem importadas) e itens diretos como arruelas e outras

peças componentes que já não tem quebra de estoques com efeitos tão drásticos pois não param máquinas, porém inviabilizam a produção de um produto específico, podendo acarretar em perda de venda entre outras consequências.

6.6. Compras

O processo de compra de materiais pode ser executado através dos compradores da empresa ou através de uma central de compras do grupo. A grande maioria dos itens, cerca de 80%, são adquiridos através da central de compras do grupo (ao qual a empresa pertence) que é acionada pela área de Suprimentos através de uma ligação via *modem*. A pequena parcela restante é adquirida através dos compradores da empresa, porém, esta é responsável por 80% da movimentação monetária das aquisições.

As ordens de compra são geradas diretamente pelo módulo de controle de estoques do sistema integrado da empresa (veremos mais à frente quais são os critérios para o sistema emitir essas ordens) ou através da entrada manual dos pedidos (que pode ser tanto para compras de itens não catalogados como para itens catalogados que não possuam estoque naquele instante). De qualquer forma, todos os pedidos têm que ser feitos através do módulo de compras. Os itens não catalogados recebem um código especial (com a letra Z) e no final de cada mês são apagados do sistema.

Este sistema está interligado com outro, responsável por outras funções não ligadas a produção, como o de contas a pagar e a parte de acompanhamento fiscal.

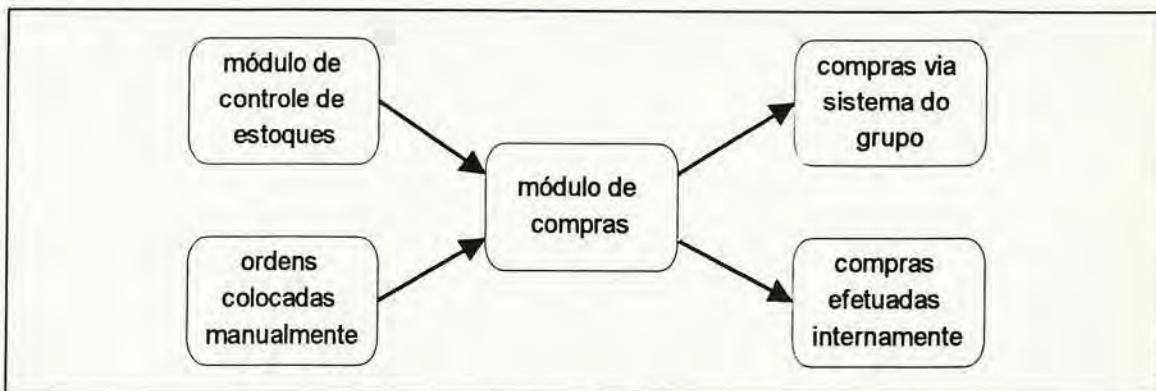


Figura 18 - Fluxograma do Processo de Compras

6.7. Modelos de Reposição de Estoque da Empresa

Como já foi explicado anteriormente, as solicitações de compra podem ser provenientes de ordens colocadas manualmente ou de ordens geradas pelo sistema informatizado. Neste capítulo discutiremos quais são os modelos de reposição que estão presentes neste sistema.

Existem no sistema sete modelos de reposição de estoques, sendo que um deles é o de ordens colocadas manualmente chamado de "manual" (normalmente utilizado para itens não catalogados ou de demanda muito baixa e sem implicações quanto ao seu atraso).

Dentre os que geram automaticamente as ordens, quatro são direcionados a itens que têm suas demandas "explodidas" pelo Cálculo de Necessidades de Materiais (específicas para itens com demanda dependente), um por ponto de reposição (estoque mínimo) e outro específico para produtos acabados.

O primeiro dos modelos baseados no MRP é chamado "Sob Encomenda", no qual uma ordem de compra é criada para cada necessidade. Esse modelo é bastante simples e não aproveita nenhuma oportunidade de reunir várias necessidades num mesmo lote, o que poderia gerar um custo médio de pedido bastante elevado, porém, em compensação, o custo de estocagem é o menor possível.

O segundo modelo é chamado "Lote Econômico" onde é criada uma ordem de compra planejada para a quantidade do lote econômico ou para a quantidade não atendida, o que for maior, a partir da primeira necessidade descoberta. Esse, assim como os outros descritos abaixo, já aproveita a oportunidade de agregar necessidades num mesmo lote, o que pode vir a diminuir o custo médio de pedido e aumentar o custo de armazenagem devido à elevação do nível médio de estoques, porém diminuindo a soma destes dois. Esse modelo visa minimizar o custo médio total através de um lote econômico semelhante ao lote econômico utilizado nos modelos de revisão.

O terceiro é chamado "Renovação Periódica", onde é criada uma ordem para atender a primeira necessidade descoberta e que também atenda toda a demanda de um determinado período à frente. Esse modelo também visa minimizar o custo médio total através de um período que seja próximo do período econômico, correspondente ao lote econômico citado acima.

O último modelo deste grupo é uma variação do anterior chamado de "Renovação Periódica Sincronizada". Ele tem como diferença a possibilidade de estabelecer períodos fixos pré-determinados (por exemplo, meses) e, quando o sistema fizer uma ordem de compra, esta atenderá todo um período. Este modelo consegue estabelecer ciclos de produção, o que é muito útil no caso dos produtos acabados, pois estes demandam toda uma programação de máquinas e materiais. Uma falha do sistema, neste caso, é que todos os itens colocados dentro deste modelo têm de seguir o mesmo calendário, não podendo existir, por exemplo, itens quinzenais e mensais.

Em todos os modelos acima, a quantidade solicitada pode ser ajustada por alguns fatores de ajuste, como um lote mínimo de compra (ou produção).

Outro modelo do sistema é o por "Ponto de Reposição" na qual a geração de requisições de compra ocorre toda vez que o nível do estoque ficar igual ou inferior ao ponto de reposição. Neste caso o sistema compra uma quantidade pré-definida (lote econômico). Esse modelo, um (s, Q) como já dissemos neste trabalho, visa minimizar o custo total (pedido + estocagem).

Em todas os modelos acima citados, o custo de falta, ou um correspondente nível de atendimento, não é levado em consideração quando do cálculo dos parâmetros pelo próprio sistema. Na verdade, este cálculo interno do sistema não é utilizado, sendo que os parâmetros são sempre calculados fora do sistema e depois colocados manualmente.

O último de todos os modelos está relacionado com o Plano Mestre de Produção (MPS) e se aplica exclusivamente a produtos acabados. Sendo assim, não será aqui discutida a fundo. Basicamente, ele parte da carteira de pedidos dos clientes e coloca ordens de produção de produtos acabados usando alguns tipos de restrições como, por exemplo, o lote mínimo de produção.

7. ANÁLISE DO ESTADO ATUAL

6.7

Neste capítulo, será efetuada uma análise do sistema de administração dos estoques de materiais auxiliares atualmente empregado na empresa.

Inicialmente, será executada uma Análise ABC de todos os itens. Esta análise possibilitará observarmos qual é, monetariamente, a importância de cada item do AG, o que, juntamente com as demais ~~características~~^{económicas} do item (listadas na parte teórica), indicará qual deverá ser o modelo a ser utilizado.

Nesta mesma análise também será descrito um problema crônico do AG, o acúmulo de "itens podres" (item sem movimentação recente e que não possuem utilidade para a empresa). A importância deste problema dentro da política de administração dos estoques foi considerada de tal maneira significativa que um procedimento para erradicação dos mesmos foi elaborado dentro deste trabalho e será visto posteriormente.

Será também descrito uma outra ocorrência nesta administração, no momento que o sistema dispara uma reposição, que confirma que os atuais parâmetros dos modelos de reposição estão obsoletos.

7.1. Curva ABC

Antes mesmo de ser efetuado qualquer tipo de análise sobre as demandas dos itens do AG, foi necessária a elaboração de uma nova classificação ABC, pois a que constava do sistema estava totalmente desatualizada (fato verificado vendo-se que diversos itens classificados como B apresentavam movimentação monetária maior que item similares classificados como A e que alguns A não apresentavam demanda há mais de seis meses).

As informações disponíveis resumiam-se ao consumo (e não à demanda - porém neste caso, são quase equivalentes pois existe consumo com atraso) dos últimos 6 meses e ao valor unitário dos itens na data da última aquisição.

Sendo que o universo de itens era composto de quase uma dezena de milhar, não havia possibilidade de se pesquisar nos arquivos impressos demandas anteriores e, nem mesmo, de pesquisar o valor de reposição exato de cada item.

Felizmente, este trabalho foi executado nos meses iniciais do "Real" que, antes mesmo de ser efetivado, já tinha "estabelecido" um indexador geral de preços, a "URV". Assim, temos que apenas os itens que tiveram sua última aquisição no primeiro dos seis meses que estavam catalogados estariam defasados. Logicamente, os itens que não foram consumidos nestes seis meses também estariam defasados porém, o produto "consumo dos seis meses x valor unitário" já resultaria em zero.

De fato, considera-se que seis meses é um período de tempo pequeno para se executar uma classificação dos itens dentro de uma Análise ABC. Porém, algum tipo de análise inicial teria que ser feita para nortear este trabalho e para auxiliar a empresa a "dar mais atenção ao que é mais importante". Futuramente, quando existirem mais seis meses de consumo catalogado (pois o novo sistema informatizado permite guardar até três anos) deverá ser realizada nova análise, desta vez com dados de consumo de um ano.

Em relação ao valor de reposição dos itens, e imaginando que pode-se voltar a uma situação inflacionária no país, deve-se estudar a possibilidade do sistema guardar um valor indexado ou, até mesmo, fazer a correção da inflação a partir da data da última compra que corresponde a data do valor anotado no sistema.

O cálculo baseado num período de um ano parece o mais adequado. Uma média sobre mais de um ano de consumo poderia não refletir uma mudança recente no padrão de alguns itens, distorcendo a análise. Algum tipo de média com suavizamento exponencial poderia ser feito no futuro, refinando-se o modelo.

Assim, partiu-se para formação de uma curva ABC (baseada no produto "média de demanda dos últimos seis meses" x "valor do item") de todos os itens do AG, obtendo-se o seguinte gráfico.

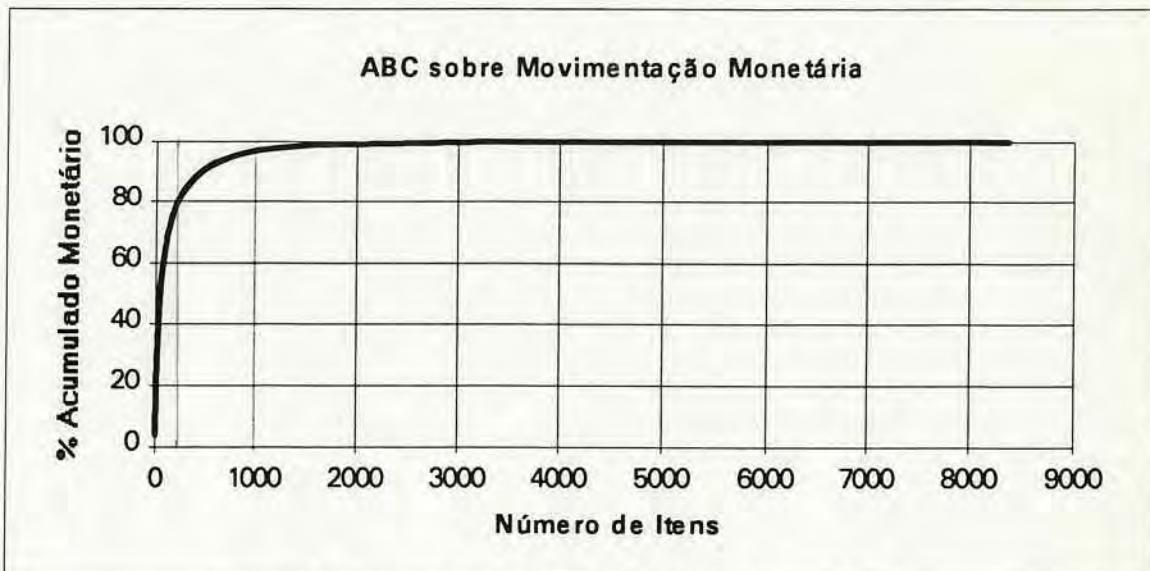


Figura 19 - Gráfico da Curva ABC dos Itens do AG

Numa visão detalhada da parte inicial da curva, agora expressa em percentagem dos itens, tem-se o gráfico abaixo.

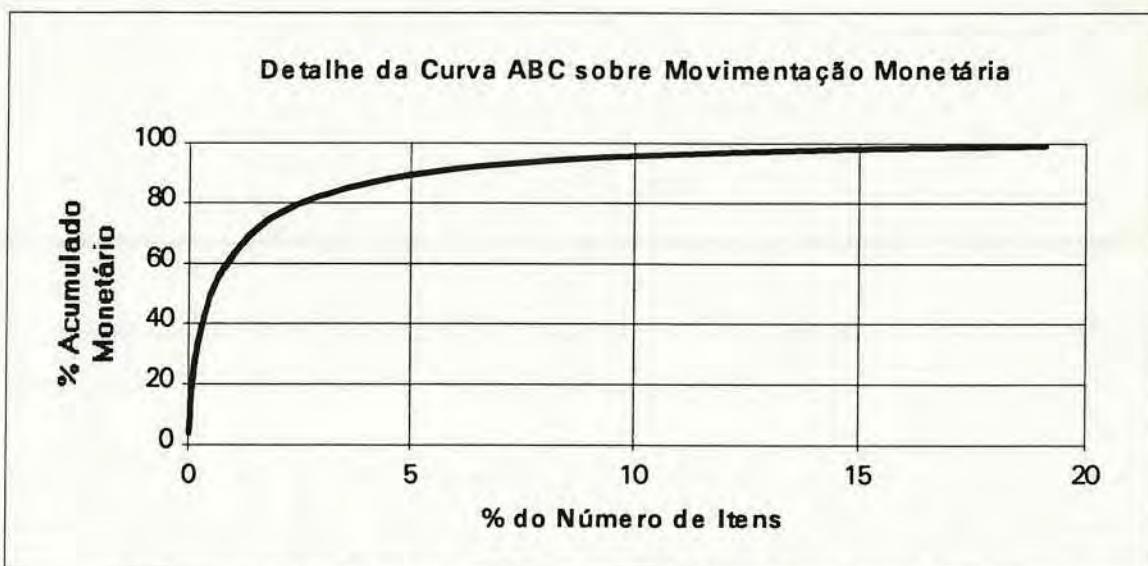


Figura 20 - Detalhe do Gráfico da Curva ABC dos Itens do AG

Pode-se observar uma forte concentração da demanda monetária num número pequeno de itens. Somente um item é responsável por mais de 4% da demanda monetária total.

Num cálculo simplificado do coeficiente ρ (relação padrão), observamos que este coeficiente é superior a 10, o que, segundo Gonçalves e Schwember, é um valor tipicamente industrial (no varejo e atacado são inferiores a 6,5 e em setores industriais de alta tecnologia são superiores a 25).

Os critérios encontrados na literatura para divisão das classes A, B e C são empíricos. Dentre os critérios apresentados em Gonçalves e Schwember, o que aparenta ser mais adequado corresponde a deixar pelo menos 50% dos itens na classe C e, na medida em que se observa uma inflexão mais acentuada da curva, torna-se a classe A cada vez mais estreita para podermos dar "mais atenção ao que é mais importante".

Seguindo o critério acima, resolveu-se deixar dentro da classe A os itens que acumularam os 90% iniciais da demanda monetária. Aproximadamente 60% dos itens, todos os que apresentaram demanda zerada, formaram a classe C. Os restantes formaram a classe B.

Assim, obteve-se: Classe A: 5,33% dos itens, responsáveis por 90% do acumulado; Classe B: 34,29% dos itens, responsáveis por 10% do acumulado e Classe C: 60,38% dos itens, sem participação nos seis meses.

Como já foi dito, apenas seis meses de consumo são insuficientes para uma análise perfeita. O percentual de itens sem movimentação dentro deste período, cerca de 60%, pode facilmente distorcer a análise, impedindo o alcance dos objetivos.

A explicação deste grande número de itens sem movimentação nos últimos seis meses está, em parte, no grande número de peças de reposição catalogadas no sistema (aproximadamente 3000 ou 36% do total) que apresentam movimentação anual muito baixa.

Outro fato verificado foi a existência de muitos itens que não apresentam movimentação (compra ou requisição) nos últimos 5 anos (dados provenientes de um campo dos registros que marca a data da última movimentação). Existem aproximadamente 700 itens que têm como última movimentação registrada datas anteriores a cinco anos e cerca de 2000 itens que não apresentam última data de movimentação. Destes 2000, estimou-se (através de uma amostragem) que cerca de 90% sejam realmente "mais antigos" que o próprio sistema informatizado, ou seja, mais de 15 anos, e o restante seja fruto de atrasos na colocação de informações no sistema (o item é recente, porém, as datas não estão preenchidas).

É importante ressaltar que parte destes itens que têm mais de 5 ou até 15 anos sem movimentação (aproximadamente 500 itens) nem mesmo possui peças em estoque e simplesmente ocupa espaço em bancos de dados e análises como esta.

Dentre os materiais que figuram fisicamente no estoque, certamente existem até mesmo peças de reposição de máquinas que já foram vendidas e materiais que não são mais utilizados pelo atual processo de fabricação.

No último leilão ocorrido, pensava-se em dispor-se de várias destas peças antigas, porém, a Manutenção, responsável por dizer se cada peça era ainda necessária ou não, não liberou uma lista com os códigos das peças que poderiam ser liquidadas.

Mais à frente neste trabalho, será apresentado um método de eliminação destes itens, e que também impeça que esta situação se repita.

7.2. Reposição do Estoque

Dentro do processo de liberação de ordens de compra, verificou-se que o pessoal encarregado "segurava" por alguns dias algumas das ordens de compra geradas pelo sistema. Isto ocorria porque os encarregados "sabiam" que esta solicitação estava ocorrendo antes do tempo devido, ou seja, os pontos de reposição do sistema estavam acima do "necessário".

Não se pode afirmar de antemão que os encarregados estão corretos quanto ao citado acima. Tem-se apenas a certeza de que as pessoas envolvidas não confiam mais nos parâmetros que atualmente são utilizados pelo sistema informatizado (no caso de reposição por estoque mínimo) e, na dúvida (e pela "experiência"), vão em direção a um menor dispêndio monetário. Infelizmente, não houve oportunidade de verificar se este fato vem causando problemas de faltas excessivas de materiais na produção ou não. Sabe-se que existem queixas por falta de material, porém, o pessoal encarregado alega que estas são improcedentes.

Como visto na teoria apresentada, alguns itens apresentam atrasos (ou faltas) apesar de uma correta utilização dos modelos de reposição. Isto ocorre devido a uma grande variabilidade da demanda que não pode ser tratada com estoques muito altos. Uma análise destes parâmetros é apresentada no Anexo B no final deste trabalho e confirma que os parâmetros estão elevados. Esta análise também demonstra que um novo cálculo destes parâmetros pode beneficiar a empresa com uma economia de cerca de 24% da soma dos custos médios de estocagem e de pedido.

Neste momento, passou-se a procurar quais eram os critérios utilizados para definição dos pontos de reposição e verificou-se que não havia nenhum tipo de tratamento estatístico, sendo que esta era feita de maneira bastante simplificada.

Também se observou que não havia nenhum critério normatizado para definir qual modelo de reposição deveria ser utilizado para cada um dos itens. Essa definição era feita para cada novo item, à medida que este passava a figurar no almoxarifado pelo atual responsável (o mesmo acontece com todos os demais materiais dentro da empresa).

Desta análise, partiu o objetivo principal deste trabalho: construir um sistema de critérios claros (e posteriormente, normatizá-los) para definir qual o melhor modelo de reposição de estoque para cada item, juntamente com os parâmetros necessários para operá-lo.

8. ESCOLHA DE MODELOS DE REPOSIÇÃO

Como principal objetivo deste trabalho, será apresentado neste capítulo, a base do sistema especialista desenvolvido para escolher o modelo de reposição e calcular seus parâmetros (em alguns casos).

Inicialmente, pensava-se em apresentar um processo que escolhesse o modelo de reposição mais adequado entre todos os apresentados na parte teórica deste trabalho. No entanto, foi decidido que a escolha se daria somente entre os modelos atualmente em uso na empresa.

Esta decisão foi baseada em três principais considerações. A primeira é que os atuais modelos são suficientemente abrangentes, ou seja, qualquer item do AG pode ser enquadrado dentro de pelo menos um dos atuais modelos sem que nenhuma restrição do modelo tenha que ser desrespeitada (como, por exemplo, enquadrar um item de demanda independente dentro de um modelo baseado no cálculo de necessidades).

A segunda reside no fato de que os modelos atuais apresentam resultados que podem ser considerados melhores, iguais ou levemente inferiores aos que poderiam substitui-los em uma eventual escolha entre todos os apresentados na parte teórica. Esta consideração será melhor defendida mais à frente, quando as regras de escolha entre os modelos será apresentada. *admon*

Finalmente, se a escolha for feita entre os atuais modelos, o trabalho se tornará mais prático para a empresa devido à maior facilidade e velocidade de aplicação.

A seguir, serão apresentados os custos envolvidos no processo de suprimentos, as regras de seleção de modelos e o encaminhamento a ser seguido para implantação deste trabalho na empresa. Este encaminhamento terá sua explicação completada, posteriormente, na apresentação do Sistema Especialista desenvolvido para auxiliar a execução do processo.

8.1. Custos Envolvidos

Nesta parte serão analisados os custos de pedido, de estocagem e de falta. Estes custos serão utilizados posteriormente para auxiliar a definir as regras de escolha entre os modelos de reposição.

Alguns dados já estão disponíveis. Outros, porém, necessitarão de uma "pesquisa" para serem claramente descritos.

8.1.1. Custo de Pedido

O custo de pedido médio foi calculado de duas maneiras, através de uma análise dos custos totais (fixos e variáveis) e outra, através de uma análise dos custos variáveis. Os números parciais serão ocultados sendo apenas apresentado o resultado final.

Entre os componentes de custos temos os seguintes:

- custo da mão-de-obra;
- pagamento do serviço externo de auxílio a compras (feito por outra empresa do grupo);
- custo do serviço de informática (processamento no sistema centralizado) e
- despesas com telefone, cartas e materiais de escritório.

Destas parcelas, apenas as duas últimas podem ser consideradas variáveis. Elas correspondem a somente 10% do total de despesas.

Obteve-se também, o número de pedidos efetuados em um mês.

Assim, o custo de um pedido médio, obtido numa análise de custos totais (fixos e variáveis) é de aproximadamente R\$ 15,32 e o mesmo custo médio, obtido através de uma análise de custos variáveis é de apenas R\$ 1,53.

Recomenda-se utilizar para o cálculo dos parâmetros dos modelos o custo obtido pela análise variável, pois são estes valores que são realmente afetados quando se modificam estes parâmetros (ao menos no curto prazo).

Imagine que os parâmetros de um modelo de revisão contínua sejam calculados, por exemplo, usando-se o custo total de pedido. O custo unitário de pedido será muito elevado e o cálculo dos tamanhos dos lotes fará com que estes sejam aumentados para abater esse custo. Infelizmente, tal decisão apenas diminuirá a parcela variável do custo total (no nosso caso, apenas 10%) juntamente com uma diminuição, bem mais significativa, do número de pedidos. Num próximo cálculo, o custo unitário de pedido será ainda maior e os tamanhos dos novos lotes serão novamente aumentados e assim, sucessivamente, até que a empresa esteja "enterrada" embaixo de altos níveis de estoques, sem saber porquê.

Outro ponto, que deve ser ressaltado, é que existe uma significativa diferença entre os reais custos unitários de pedidos e o custo médio aqui calculado. Itens pedidos pelo sistema informatizado ligado à central de compras têm custos variáveis muito menores que outros pedidos através dos compradores da empresa. No primeiro caso, um pedido implica (normalmente) somente numa entrada de dados no terminal enquanto, no segundo caso, os comprados são obrigados a contatar vendedores, fazer cotações, trocar *faxes* etc. No caso dos itens que são adquiridos através da central de compras (que é paga através de um valor fixo por mês), o custo de pedido, dentro de uma análise dos custos variáveis, é muito próximo de zero e pode ser assumido como sendo.

8.1.2. Custo de Estocagem

O custo de estocagem está dividido em duas partes: o custo financeiro e o custo de manutenção do material no estoque.

O primeiro é correspondente à taxa de juros do mercado ou a um possível uso alternativo para dinheiro aplicado nos materiais estocados. Em suma, corresponde ao custo de oportunidade do montante monetário imobilizado no estoque. Já a segunda parcela corresponde a diversos gastos ou riscos decorrentes da permanência do material em estoque, como os custos relativos à área utilizada para estocagem, gastos com manuseios e insumos (internos ao estoque), seguros, depreciação, perdas, deterioração e obsolescência dos materiais.

Neste trabalho, o custo de manutenção do material está definido como um percentual do valor do item em estoque. Um valor razoável para esta segunda parte (encontrado na literatura) é de 10% a.a.. O custo financeiro foi orçado em 15% a.a. real (sem contar a inflação do período). Este custo foi calculado baseado no custo de obtenção de capital de longo prazo para a empresa, pois o estoque (médio) foi considerado (em termos de financiamento do mesmo) como um ativo fixo da empresa e, como tal, deve ser financiado com dinheiro de longo prazo.

8.1.3. Custo de Falta (nível de atendimento mínimo)

Neste trabalho, não será utilizado, diretamente, o custo de falta (atraso) pois as pessoas que utilizam os materiais teriam imensa dificuldade de estimá-lo. Assim sendo, decidiu-se utilizar um nível de atendimento mínimo diretamente (quando se utiliza o custo de falta, este é comparado ao custo de armazenagem gerando um nível de atendimento pré-estabelecido que resultaria num mínimo de custo) pois essas pessoas conseguirão definir este parâmetro com muito maior clareza.

Assim, as regras de escolha dos modelos de reposição, juntamente com os algoritmos utilizados para cálculo dos parâmetros, deverão utilizar o nível mínimo de atendimento. Para tanto, deverá ser feita uma "pesquisa" para se anotar estes valores.

Essa "pesquisa" deverá ter classes de atendimento para facilitar as respostas e as análises. Serão cinco classes: 99%, 95%, 80%, 50% e 0%, correspondentes a itens estratégicos, itens com nível de atendimento alto, médio, baixo e itens sem estoque físico.

Essa pesquisa não será efetuada item a item. Inicialmente, serão feitas classificações de acordo com a classe dos itens (de 00 a 99), facilitando muito o trabalho. Posteriormente, deverão haver itens especiais, dentro das classes, para uma classificação mais apurada. Esta classificação, item a item, deverá ser iniciada pelos itens da classe A da Análise ABC.

8.2. Regras de Seleção

As regras de seleção deverão indicar, através de escolhas de caminhos dentro de uma árvore de alternativas, qual o modelo de reposição de estoques que gerará melhores resultados para cada item dentro da empresa.

Sendo que a gama de alternativas não é muito vasta (temos apenas seis modelos atualmente disponíveis na empresa) esta árvore deverá ser simples e facilmente aplicável.

As regras de decisão entre alternativas apresentadas abaixo não são o resultado do processo de definição das mesmas e sim, apenas o seu começo. Para definição deste processo ainda resta apresentar essas regras aos envolvidos com a utilização e administração dos materiais para sua aprovação e complementação. As regras de decisão entre alternativas deverão ser revisadas, não somente neste início mas periodicamente, visando garantir a eficiência do processo.

8.2.1. Elaboração das Regras de Decisão

Como definido, as regras de decisão deverão indicar qual, entre os modelos escolhidos para fazer parte da política de estoques, é o mais indicado para cada item. Juntamente com os parâmetros que definem as regras, temos algumas comparações com outros modelos diferentes dos escolhidos que, espera-se, expliquem porque os quatro modelos apresentados foram considerados suficientes.

Itens Dependentes - Modelos baseados no Cálculo de Necessidades

Pode-se definir que os modelos baseados no Cálculo de Necessidade apresentam menores custos que os modelos de revisão dos níveis de estoques. Comumente, pode-se encontrar na literatura "entusiastas" que dizem que a aplicação deste modelo em itens que antes eram controlados somente por modelos de revisão, pode incorrer em reduções nos custos dos estoques da ordem de 25%. Este número pode variar de autor para autor mas, por mais que varie, não se encontra^m

afirmações que digam que esta escolha incorreria em custos (específicos de cada item) maiores.

Há autores que contestam a implantação deste tipo de modelo devido ao alto custo da implantação de um sistema MRP ou MRPII. Porém, na empresa onde este trabalho está sendo desenvolvido, esse sistema já existe e está em operação normal.

Antes que todos os itens sejam colocados neste modelo, ainda falta verificar as "condições" necessárias para que cada item possa ser enquadrado. Também será necessário priorizar entre os quatro modelos que utilizam o cálculo de necessidades disponíveis no sistema informatizado da empresa.

Como principal restrição para que um item seja colocado dentro de um modelo baseado em Cálculo de Necessidades, temos que sua demanda deve ser dependente, pois, desta maneira, pode-se prever com exatidão as necessidades futuras do item.

Os itens que são peças componentes do produto final e outros materiais que integram o produto, como embalagens, fazem parte desse grupo. Outros materiais intermediários de produção, como ferramentas utilizadas diretamente na fabricação, também integram este grupo de itens que têm demanda dependente.

Outra restrição que deve ser verificada é se o *lead-time* de entrega do item é fixo ou pode ser assumido como sendo.

Um outro fator que deve ser lembrado, não relativo ao modelo mas sim ao lado operacional, é que esses itens terão que estar catalogados nas árvores de todos os produtos acabados, nos quais são utilizados, para que o sistema opere corretamente. Isto não deve ser visto como uma restrição, mas sim, como uma advertência. Este fato deve ser considerado, pois um grande número de itens catalogados talvez gere uma sobrecarga no sistema informatizado que, como já foi dito, está atuando perto do seu limite de processamento.

Assim, itens de pequena movimentação monetária talvez tenham que ficar de fora deste modelo para evitar uma sobrecarga do sistema atual. Porém, como serão itens de pequena monta, o aumento de custo não deverá ser muito significativo.

Alguns itens, mesmo que possuam movimentações monetárias elevadas, deverão ficar de fora deste modelo. São itens que fazem parte da "composição" de muitos produtos e têm sua quantidade utilizada, por unidade de produto final, muito variável. Assim, pode-se evitar sobrecarregar o sistema com um item que pode, muitas vezes, operar de maneira indesejada (com faltas devido a variações no consumo "unitário").

Na verdade, um item que depende de muitos produtos finais passa a, praticamente, não depender de nenhum deles (teorema do limite central), tornando-se assim, um item "independente". Esse tipo de item "independente", caso colocado dentro de um modelo de revisão, traria resultados econômicos muito pouco inferiores ao caso em que o mesmo estivesse colocado dentro de um modelo baseado no cálculo de necessidades. Estes itens, mesmo que tenham consumo unitário bastante fixo poderiam ser colocados em outros modelos visando não sobrecarregar o sistema devido a um grande número de itens colocados dentro dos modelos de cálculo de necessidades.

Entre os modelos baseados no Cálculo de Necessidades

Existem quatro modelos que utilizam o Cálculo de Necessidades dentro do sistema informatizado da empresa, todos já apresentados anteriormente neste trabalho. Dentre estes quatro, o primeiro, chamado de "Sob Encomenda", é o único que não utiliza nenhum tipo de algoritmo que vise equilibrar custo de pedido e custo de estocagem. Na verdade, este modelo admite que o custo de pedido é aproximadamente zero. Sendo este o modelo que resulta no menor custo de estocagem possível, ele deve ser utilizado sempre que o custo de pedido for considerado irrisório.

Numa rápida pesquisa, já apresentada na parte anterior a esta, específica para custos envolvidos, observou-se que o custo de pedido de alguns itens, solicitados

através do sistema informatizado da empresa, é muito baixo, o que indica que este modelo pode ser priorizado quando da escolha dos modelos para estes itens.

No entanto, volta-se a ter um problema semelhante àquele no qual não se podia colocar todos os itens de demanda dependente dentro de modelos baseados no Cálculo de Necessidades pois o sistema ficaria sobrecarregado. Neste caso, se muitos itens forem colocados dentro deste modelo, o Departamento de Compras poderia ficar sobrecarregado devido ao grande número de pedidos.

Na verdade, poderia ser feito um estudo para assegurar que esta alternativa não seria econômica. Afinal, se a economia gerada ao se colocar todos os itens dentro do modelo chamado de "Sob Encomenda" (com isso aumentando muito o número de pedidos de compra) compensasse a contratação de mais pessoas e algumas mudanças no sistema informatizado da empresa, como o aumento do número de terminais disponíveis para o setor, então, essa deveria ser a decisão a ser tomada.

No entanto, este trabalho está sendo elaborado em outros termos, sem mudanças profundas na empresa. Além do mais, a impressão que se tem é que o resultado não indicaria que a melhor alternativa seria a de aumentar o número de pedidos efetuados, arcando assim, com todas as suas consequências.

Sendo assim, a solução adotada, caso este problema viesse a acontecer, seria parecida com a anterior. Os itens de maior movimentação monetária seriam colocados no primeiro modelo enquanto os outros, seriam colocados em um dos três outros modelos. Este tipo de solução, vai ao encontro das idéias defendidas na Análise ABC, descrita na parte teórica deste trabalho.

Entre os outros três modelos baseados no Cálculo de Necessidades, o que se mostra mais adequado é o chamado de "Revisão Periódica". Neste modelo, a partir da primeira necessidade descoberta, é feito um pedido que cubra todas as necessidades de um período, pré-estabelecido, em dias à frente. Este período deverá ser o "Período Econômico", que por sua vez corresponde ao tempo médio de utilização de um lote econômico.

A pequena vantagem deste modelo em relação ao que utiliza diretamente o lote econômico (já que ambos deveriam resultar em custos teoricamente iguais), é que, caso a demanda se altere rapidamente, antes de que se possa fazer alguma correção nos parâmetros, o número de pedidos dentro de um período estará mantido, evitando que se sobrecarregue o Departamento de Compras enquanto os parâmetros ainda não são corrigidos.

Já o último modelo, o de "Renovação Periódica Sincronizada", apesar de muito semelhante ao adotado, não garante a minimização de custos de estocagem somados aos custos de pedido a não ser que o espaçamento entre datas corresponda ao período econômico e desta maneira, não deverá ser utilizado. Na verdade, este modelo foi desenvolvido voltado a itens fabricados, possibilitando assim, a ocorrência de ciclos de produção exatos. Isto não ocorre no modelo não "sincronizado", pois pode haver um "vazio" entre o final do estoque e a primeira necessidade descoberta seguinte, dessincronizando os períodos entre pedidos.

Itens Independentes

Para os itens que não apresentam demanda dependente ou para aqueles que são dependentes mas apresentam as complicações descritas acima existem no sistema duas possibilidades, o modelo de "Estoque Mínimo" e o modelo "Manual".

A comparação entre esses dois modelos é bastante simples. O modelo baseado em revisão contínua, um modelo (s, Q) , obtém uma minimização da soma dos custos de estocagem, de pedido e dependendo de como for feito o cálculo dos parâmetros, também do custo de falta (essa ressalva, quanto à consideração do custo de falta deve ser feita, pois existem algoritmos, simplificados, que não o consideram; também pode ocorrer do algoritmo considerar um nível de serviço mínimo ao invés do custo de falta).

Em compensação o custo de estocagem referente ao modelo chamado "manual" é zero. Entretanto, este incorrerá num custo de pedido e num custo de falta, quando este existir, a cada necessidade.

Assim, fica clara a definição de que toda vez que não houver custo de falta significativo (correspondente nível mínimo de atendimento igual a zero) e custo de pedido baixo a escolha se dará pelo modelo "manual" enquanto o restante será colocado no modelo de "Estoque Mínimo".

Pode-se encontrar na literatura um consenso de que os modelos de estoque mínimo, ou revisão contínua, resultam em menores custos (estocagem + pedidos + faltas) que os correspondentes modelos de revisão periódica. Muitas vezes, porém, alguns autores defendem o uso de modelos de revisão periódica por serem mais simples de serem administrados (têm menor custo de administração do sistema) ou por possibilitarem um acúmulo de ordens que poderia gerar vantagens decorrentes do tratamento agregado dessas compras.

Neste caso, porém, já existe um sistema informatizado na empresa que executa esse acompanhamento, não exatamente *on line*, mas em períodos pequenos que geram o mesmo resultado e a grande maioria dos itens apresentam contratos de compra, que não possibilitam descontos por quantidade ou apresentam custos fixos por pedido. Nesta condição, não existe porquê discutir a validade de se adotar um modelo de revisão periódica.

Um modelo de revisão contínua (s, Z) poderia gerar resultados muito pouco superiores ao atual modelo (s, Q) quando da existência de demandas concentradas. No entanto, verificou-se que entre os itens de demanda independente, esta não ocorre com freqüência.

Árvore de Alternativas para Modelos de Revisão

A representação abaixo resume as linhas mestras da escolha de modelos de reposição de estoques. Falta ainda, definir quais são os exatos valores que dividem, por exemplo, grandes e pequenas movimentações monetárias ou custos de faltas baixos, médios e altos. Para definir estes dois pontos, será utilizada a classificação obtida na Análise ABC e uma pesquisa sobre os níveis de atendimento mínimo específicos para cada item.

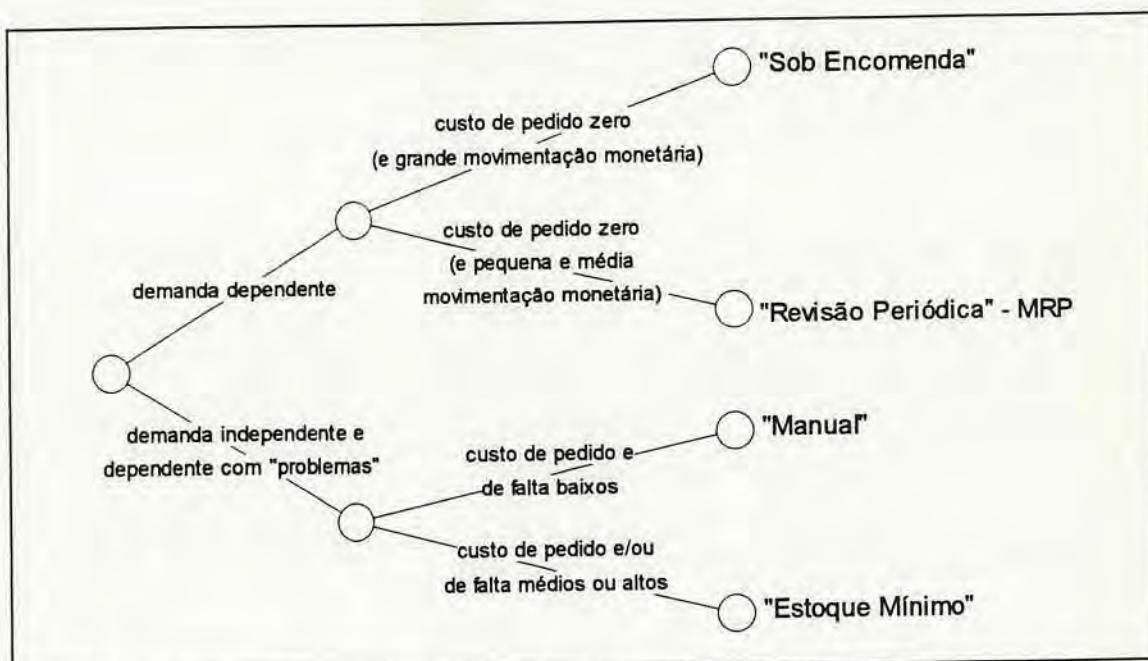


Figura 21 - Árvore de Alternativas Básica para Modelos de Reposição

Desta maneira, inicialmente os itens que estiverem na classe A serão considerados itens de grande movimentação monetária e, desta maneira, caso sejam itens de demanda dependente com custo de pedido zero, serão colocados no modelo chamado "Sob Encomenda". Os da classe B e C, itens de média e de pequena movimentação monetária, neste caso, serão encaminhados ao modelo chamado de "revisão periódica".

Dentre os itens de demanda independente (e os dependentes que apresentarem complicações para serem colocados nos modelos de cálculo de necessidades), os que apresentarem nível de atendimento mínimo igual a zero e tenham custo de pedido aproximadamente igual a zero serão colocados dentro do modelo chamado de "Manual" enquanto o restante será colocado dentro do modelo chamado de "Estoque Mínimo".

8.2.2. Parâmetros dos Modelos

O Sistema Especialista que deverá ser desenvolvido para escolher qual o melhor modelo de reposição para cada item deverá, também, calcular os parâmetros necessários para operação. Além disso, com o cálculo sendo feito dentro do

Sistema Especialita, o algoritmo poderá ser modificado com uma facilidade muito maior comparada a opção de fazê-lo dentro do sistema informatizado.

Para o modelo chamado de "Sob Encomenda", derivado do cálculo de necessidades, no qual cada necessidade desencadeia uma solicitação de compra, existe somente um parâmetro, o estoque de segurança.

No caso do segundo modelo, "Revisão Periódica", também baseado no cálculo de necessidades, no qual as necessidades são agrupadas dentro de um período "econômico", existem dois parâmetros, o estoque de segurança e a duração, em dias corridos, do período.

Para o modelo "Estoque Mínimo", que nada mais é do que o modelo (s, Q) de revisão contínua, existem dois parâmetros, o ponto de reposição (ou nível inferior) e a quantidade de reposição (que deverá ser o lote econômico).

O último modelo, chamado de "Manual", não necessita de nenhum parâmetro.

No apêndice A podem ser encontradas fórmulas para o cálculo dos parâmetros do modelo de revisão contínua (s, Q) .

8.2.3. Simulação dos Parâmetros do Estoque Mínimo

Numa breve simulação que recalcoulou os parâmetros dos itens que atualmente estão colocados dentro do modelo de Revisão Contínua (s, Q) , também chamado de Estoque Mínimo, conclui-se que apenas com a aplicação de pequena parte da política proposta já se pode chegar a grandes ganhos.

Esta simulação está detalhadamente descrita no Anexo B deste trabalho e apresenta os seguintes resultados teóricos que poderiam ser obtidos com a mudança dos pontos de reposição e dos lotes de compra atuais: economia Anual de R\$5.000 e um ganho com a desova dos estoques de cerca de R\$24.000.

8.3. Encaminhamento

Faltam ainda alguns pontos antes de passar-se a utilizar esta metodologia de escolha entre modelos de reposição.

Como existem cerca de 6000 itens no AG, fazer a análise com cada item para escolher seu modelo de reposição e calcular seus parâmetros, manualmente, seria um trabalho que levaria semanas. Se o objetivo é ter uma política de reposição de estoques sempre atualizada, este trabalho deveria ser executado de maneira muito mais rápida. Deve-se lembrar, ainda, que existem outros almoxarifados dentro da empresa e deve-se elaborar um processo que possibilite a aplicação da política de estoques em todos eles.

Além do mais, colocar uma pessoa, ou mais pessoas, para fazer contas o dia todo, seguindo regras pré-estabelecidas, simplesmente atualizando um a um, cada item do AG, não seria um trabalho dos mais gratificantes.

Desta maneira, foi elaborado um Sistema Especialista (que será apresentado mais à frente), baseado num microcomputador que recebe informações do sistema central, junta-as com mais algumas que armazena e resolve de uma só vez, qual o modelo de reposição e quais os seus parâmetros. Além disso, esse sistema, por ser aberto, pode ser utilizado para analisar outros dados relativos aos itens, como a busca de "itens podres" descrita no próximo capítulo.

Antes de serem implementadas, as regras de escolha de modelos de reposição deverão ser complementadas e aprovadas pelos envolvidos no uso e na administração dos itens para assegurar seu objetivo de melhorar não somente os custos envolvidos como também a disponibilização dos itens.

Essa aprovação das regras deverá facilitar mudanças tanto do tipo de modelo (o que deverá ser raro), como dos parâmetros, pois assegurando-se que as regras são de comum acordo entre todos os envolvidos, os administradores da área de Suprimentos poderão efetuar as mudanças sem ter de consultar todos os envolvidos, agilizando muito o processo.

Não se pode esquecer que, como as características dos itens, as regras de escolha entre modelos de reposição e os algoritmos correspondentes podem, e devem, ser modificados ao longo do tempo, garantindo que o sistema opere da melhor maneira possível. Afinal, esta é a grande vantagem da utilização de um sistema baseado em microcomputador ao invés do *mainframe*.

Alguns detalhes, como os exatos pontos de definição das escolhas dentro da árvore de alternativas, terão, certamente que passar por um período de depuração, no qual se verificará, por exemplo, se o sistema informatizado e os departamentos envolvidos comportam bem as soluções apresentadas pelo Sistema Especialista, como nos casos da restrição quanto ao número de itens colocados dentro dos modelos baseados no cálculo de necessidades e o número de pedidos que tenham que ser feitos pelo departamento de compras (já explicados anteriormente).

9. ITENS PODRES

Como já descrevemos na análise do histórico dos itens do AG, existe um número muito elevado de itens que não vêm sendo utilizados recentemente, chamados na empresa de "itens podres". Dentre estes itens, alguns apresentam estoque físico e outros estão com os estoques zerados.

Acreditando que grande parte destes itens não tem mais utilidade para a empresa, foi elaborada uma lista de verificação. Esta lista, dividida em grupos de itens, foi gerada por um dos módulos do mesmo sistema especialista utilizado para definir os modelos de reposição e, depois, passada para os responsáveis pela utilização de cada grupo de insumos para que estes criticassem a necessidade ou não da permanência de cada um dos itens. Nesta lista, foram colocados todos os itens do AG que não apresentaram movimentação por mais de dois anos, ou seja, cerca de 3000 dos 8500 totais ou 35%. Abaixo temos o cabeçalho dessa lista onde podemos verificar sua diagramação.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE ITENS PODRES

Para cada item, preencher uma das alternativas:

- A - existe necessidade de manter o item em estoque
- B - não existe necessidade de manter o item em estoque
- C - não existe nem mesmo necessidade de manter o item cadastrado

GRUPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO TMS	ALTERNATIVA
20	20D005	ACO VK5E RED. 5/8	A17497	
	20E005	ACO M-2 RED 5,0 MM RETIFICADO	A17512	
	20E185	ACO M-2 RED 60,33 MM	A17539	
	20E270	ACO M-2 RED 120 MM 4.3/4	A17547	
	20E300	ACO M-2 RED. 3,35 MM	A17548	
	20E305	ACO M-2 RED. 3,40 MM	A17549	
	20E310	ACO M-2 RED 3,70 MM	A17550	
	20F135	ACO D-2 BIT. 2.3/8	A17563	

Figura 22 - Vista do Cabeçalho do Relatório de Verificação de Itens Podres

Alguns itens da lista já apareciam criticados indicando que "nem mesmo era necessário manter o registro dos mesmos". Estes itens não apresentavam estoque físico e a Gerência de Compras já se responsabilizava pela sua remoção do cadastro. Isto eliminava aproximadamente 17% dos itens listados (pouco mais de 500 itens), facilitando a análise posterior.

Estima-se que, devido à grande carga de trabalho a que todos da empresa estavam submetidos, o prazo de um mês seria suficiente para o preenchimento da lista, após o que, as respostas deveriam ser enviadas ao Departamento de Compras para que pudesse ser dada seqüência aos trabalhos. Infelizmente, isto somente ocorreria após a entrega deste trabalho.

Devido à troca recente do sistema que gerenciava estas informações (do MASIC para o módulo INV do TMSII) ocorreu que alguns poucos itens com movimentação recente foram incluídos indevidamente nas listas, entretanto, estes seriam assinalados como "bons", não havendo assim, nenhuma complicação.

9.1. Custos Envolvidos

Os principais benefícios, imediatos, dessa remoção dos itens inservíveis ("podres") são:

- menor número de itens cadastrados;
- maior atenção aos que realmente são importantes para a empresa;
- redução no custo de informática (usada para gerenciar o banco de dados);
- eliminação do risco de uma compra para reposição dos estoques mínimos dos itens inservíveis;
- possibilidade de obtermos receita com a venda dos itens podres e
- disponibilização de espaço físico no almoxarifado.

Não houve possibilidade de estimar a economia gerada pela remoção dos "itens podres", porém, aqui será apresentada uma análise sobre os benefícios listados acima, para que possam ser inferidas as vantagens dessa remoção.

Estima-se que cerca de 70% dos itens listados, cerca de 2100, sejam retirados. Isto incorreria numa diminuição de cerca de 25% do total de itens do AG. Após esta redução, e após mais seis meses de demanda catalogada, deverá ser feita outra Análise ABC. Nesta nova análise, as classes A e B deverão ser reduzidas, em número de itens, possibilitando uma maior atenção aos que realmente são importantes para a empresa. Preferiu-se deixar um número maior de itens nas classes A e B (principalmente B), quando esta análise foi feita dentro deste trabalho, pois como haviam muitos "itens podres", eles tenderiam a deixar estas classes menores (em número de itens) do que realmente deveriam ser, dadas a regra de divisão de classes utilizada.

Com a diminuição do número de itens catalogados no sistema, haverá uma redução no custo de informática usada para gerenciar o banco de dados, pois esta é paga por tempo de processamento. Além disto, o sistema atual da empresa está sobrecarregado, ficando muito lento, e esta diminuição no número de itens registrados no banco de dados deverá elevar a velocidade do sistema.

Inicialmente, ninguém pensaria na eliminação do risco de uma compra para reposição dos estoques mínimos dos itens inservíveis, pois este risco seria, por muitos, considerado irrisório. Recentemente, foi decidido que um item, que fazia parte das embalagens dos produtos acabados, não seria mais utilizado na empresa, pois era muito caro. Como seu registro não foi retirado do sistema, ocorreu uma compra deste item (após a mudança) e agora o material terá de ser vendido a preço muito inferior ao de compra.

A possibilidade de se obter receita com a venda dos itens podres é uma certeza. O que não se sabe, é quanto se vai obter. A maioria dos materiais que serão descartados são muito antigos (pois são, maciçamente, peças de reposição muito velhas) e possivelmente serão vendidos a peso. Quando este processo de verificação estiver sendo executado constantemente na empresa, os materiais vendidos não serão tão antigos e assim, seu valor de venda, média unitária, deverá ser maior.

Atualmente, não existe nenhum tipo de problema causado por falta de espaço no almoxarifado de materiais auxiliares - AG, porém, não se poderia deixar de destacar que este processo resultará numa disponibilização de espaço físico, bem como facilitará o trabalho de administração do almoxarifado devido ao menor número de itens presentes.

9.2. Encaminhamento

Após devolvidas as listas, as respostas deverão ser digitadas no sistema especialista e analisadas. Deverá ser verificado se o percentual de itens descartado está perto do esperado. Caso esteja muito abaixo, uma análise conjunta entre Produção, Compras e Materiais terá que ser feita. Possivelmente um certo "temor" de expurgar itens, por parte dos responsáveis pela crítica das listas, terá acontecido.

Este fato não seria uma surpresa pois, já quando as listas foram impressas, providências foram tomadas para evitar que isto acontecesse. O número de peças de cada item em estoque, por exemplo, não foi impresso nas listas para evitar que, caso existissem muitas peças, os encarregados ficassem receosos de expurgar aquele determinado item, independentemente dele ser útil para a empresa ou não.

Neste caso, uma nova análise, item a item, teria que ser feita para ter certeza de que todos os itens inservíveis teriam sido expurgados.

Após o término da análise, os materiais deverão ser encaminhados a uma solução de eliminação, que poderá ser uma venda, um leilão ou, em alguns casos, a venda por peso. Não se pode esquecer que existem outras plantas da empresa e que alguns dos itens descartados por esta planta podem ser utilizados por estas.

No caso de peças de reposição de máquinas vendidas anteriormente pela empresa (em estado de uso), poder-se-ia tentar encontrar registros referentes à venda, para localizar quem a comprou e tentar vender a peça a um preço melhor que o conseguido numa venda a peso.

Finalmente, deverão ser retirados os registros referentes a estes itens do sistema e, como dito anteriormente, ser feita uma nova Análise ABC. Caso não seja possível retirar o registro dos itens podres do sistema antes que seja concluída a solução de eliminação, sugere-se que estes itens sejam classificados como itens de classe I (inservíveis), evitando assim, que sejam novamente incluídos na análise.

Todo o processo deverá ficar documentado, sendo que parte desta documentação, como o registro dos itens expurgados, poderá ser feita através do próprio sistema especialista.

Imagina-se que a cada ano deverá ser feita uma verificação, nos mesmos moldes desta, para evitar que novos "itens podres" sejam acumulados no AG. Também deverá ser feita uma verificação dos resultados alcançados, observar-se se o processo precisa de alguma modificação, para depois, aplicá-lo nas outras plantas da empresa e, em seguida, periodicamente em todas elas.

10. SISTEMA ESPECIALISTA

Visando possibilitar a operacionalização da política traçada, foi definido um Sistema Especialista baseado em microcomputador para receber as informações do sistema informatizado da empresa e devolver as novas definições quanto a modelos de reposição e seus respectivos parâmetros.

A denominação "sistema especialista" refere-se a um sistema que toma decisões (baseado em regras pré-estabelecidas) que seriam, anteriormente, feitas por um "especialista".

O objetivo deste trabalho é definir uma Política de Estoques e não construir o sistema especialista em si. No entanto, considera-se que a definição do sistema especialista, suas relações com outros processos da empresa e seu procedimento de operação, entre outros, são imprescindíveis para complementar este trabalho.

10.1. Construção do Sistema Especialista

O SE deverá ser construído de maneira que tanto sua utilização como sua manutenção (modificações) sejam simples de serem executadas. Desta maneira, decidiu-se construir o SE dentro de um banco de dados, baseado em microcomputador, que possibilite tais características.

O *software* escolhido, o Access - Microsoft, não somente é de fácil utilização, mas também já é difundido dentro da empresa, pois essa utiliza todo o pacote Office - MS. Desta forma, conseguir-se-á acelerar o aprendizado de qualquer pessoa que venha a ser escolhida para operar o SE. Como banco de dados, ele também poderá ser utilizado para fazer quaisquer outras análises que venham a ser necessárias sobre os dados referentes aos itens.

10.1.1. DFD (Diagrama de Fluxo de Dados) do Processo

Como parte da especificação do sistema, a figura 24 apresenta o Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) de nível 0 (zero).

Símbolo	Significado
Quadrado Duplo	origem ou destino dos dados
— Seta —————→	fluxo de dados
Retângulo	processo
— Barras Paralelas ——————	armazenamento de dados

Figura 23 - Legenda do DFD de Nível 0 (zero)

10.1.2. Módulos do SE

O SE deverá ser construído em partes que, apesar de pequenas, serão chamadas de módulos, pois este é o termo empregado entre programadores. Esses módulos dividirão entre si as diversas funções do processo e poderão ser implantados paulatinamente, automatizando cada vez mais o processo.

Os diversos módulos serão:

Entrada de Dados (importação) - responsável pela passagem de dados que virão do sistema informatizado (TMSII) através de disquetes para as tabelas montadas dentro do banco de dados. Na verdade, para facilitar a manutenção do sistema, os dados ficarão dentro de tabelas localizadas num banco de dados auxiliar.

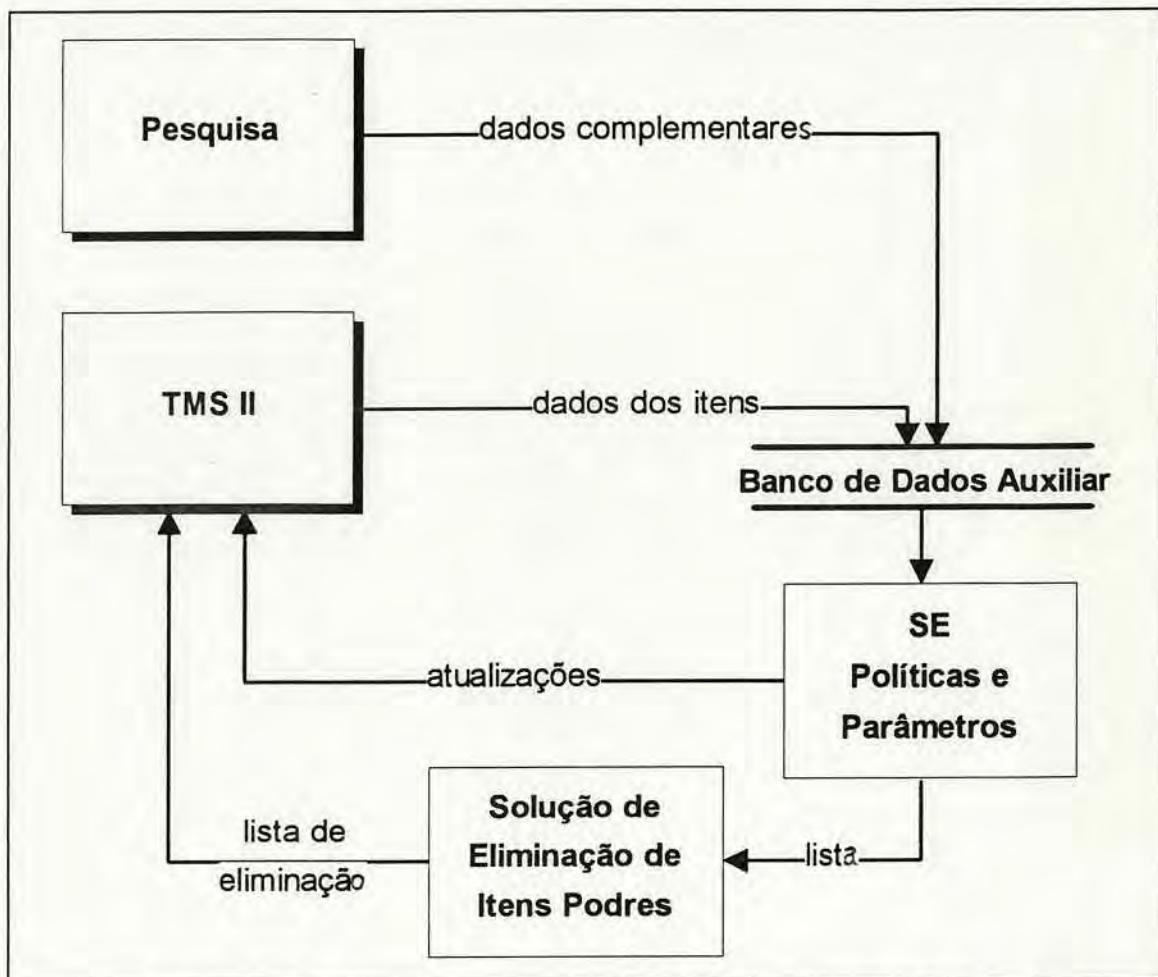


Figura 24 - DFD de Nível 0 do Processo de Atualização dos Modelos, seus Parâmetros e Busca de Itens Podres

Exportação - responsável pela exportação das alterações para o sistema informatizado (também feita através de disquetes onde existem arquivos em formato texto).

Seleção - seleciona dentre todos os itens com informações armazenadas no banco de dados auxiliar, os que deverão passar pela análise dos modelos e parâmetros ou pelo processo de busca de itens inativos.

Visualização - permite a visualização e edição dos dados armazenados. Pode ser utilizada para especificar manualmente algum parâmetro após o cálculo em casos especiais.

Busca de Podres - este processo verifica quais itens estão a mais de um determinado período sem movimentação e, em seguida, emite uma lista descritiva dos mesmos para posterior verificação. Este módulo também será utilizado para acompanhar o processo de eliminação destes itens. Este processo está desenvolvido no capítulo "Itens Podres".

Definição de Modelos - este processo é o coração do SE. É ele o responsável por analisar os itens, de verificar qual o melhor modelo de revisão e calcular os parâmetros necessários para operação do modelo. Este processo está desenvolvido no capítulo "Escolha dos Modelos de Reposição".

O módulo de Definição de Modelos é a base do SE. Este, juntamente com os módulos de Seleção e Busca de Itens Podres, deverá já estar pronto logo que o sistema começar a operar. Os demais poderão ser implementados posteriormente enquanto suas operações serão feitas manualmente através de comandos da linguagem.

10.1.3. Índice de Dados

Também fazendo parte da especificação do sistema, será apresentada uma lista com todas os dados, ou informações, necessários para o bom funcionamento do sistema. Junto à descrição de cada item, também é apresentada a origem de cada um (figura 25).

Além dos dados e informações descritos abaixo, o SE ainda calculará médias e desvios-padrões dos consumos. Os últimos quatro não estão disponíveis no sistema informatizado e desta maneira terão que ficar permanentemente dentro do SE.

As informações que deverão ser pesquisadas poderão inicialmente ser obtidas de maneira simplificada a partir das classes dos itens (de 00 a 99). Assim, pode-se admitir valores único dentro de cada classe tomando-se alguns cuidados. Desta forma, pode-se começar a operar o sistema enquanto a pesquisa mais detalhada ainda estará sendo feita.

Descrição	Tipo (tamanho)	Origem
Código TMSII	texto (6)	TMSII
Grupo	texto (2)	TMSII
Descrição	texto (50)	TMSII
Código MASIC (antigo)	texto (6)	TMSII
Unidade	texto (2)	TMSII
Quantidade Atual no Estoque	número (9)	TMSII
Valor Unitário	número (9)	TMSII
Última Data de Compra	data (6)	TMSII
Última Data de Retirada	data (6)	TMSII
Estoque Mínimo (estoque de segurança) *	número (11)	TMSII
Ponto de Reposição *	número (11)	TMSII
Tipo de Política *	número (1)	TMSII
Lead-Time	número (11)	TMSII
Consumos Mensais (x 12 meses)	número (9)	TMSII
Classificação ABC	texto (1)	TMSII**
Dependente / Independente	texto (1)	Pesquisa-SE
Custo de Pedido Específico	número (9)	Pesquisa-SE
Nível Mínimo de Atendimento (classes)	número (1)	Pesquisa-SE
Última Data de Análise pelo SE *	data (6)	SE

* passíveis de alteração pelo SE

** possibilidade de ser também alterado

Figura 25 - Tabela das Entradas do Sistema

10.1.4. Operações Manuais x Operações Informatizadas

Inicialmente o sistema deverá operar somente com os módulos básicos (Seleção, Busca de Podres e Definição de Modelos), porém, as operações serão classificadas como se o sistema já estivesse operando na sua totalidade.

Nome	Descrição	Classificação
Disponibilização dos dados	passar os dados do sistema informatizado para disquetes em formato pré-estabelecido	manual
Entrada de dados para o SE	passar os novos dados dos arquivos dos disquetes para dentro do SE (tela "Entrada")	informatizada *
Definição dos grupos de itens que deverão sofrer análise ou busca	preenchimento dos campos na tela "Seleção" que definirão os itens que serão selecionados para "Definição de Modelos" ou "Busca de Podres"	manual
Seleção dos itens	sistema seleciona dentre todos os itens armazenados os que se enquadram dentro da definição feita anteriormente	informatizada
Preenchimento das telas "Política" ou "Podres"	definição das operações subsequentes, se deverão ou não ser impressos os resultados e se as tabelas deverão ser modificadas automaticamente no caso de modificações	manual
Rodar a "Definição de Modelos" ou a "Busca de Podres"	sistema faz a verificação dos modelos de revisão mais apropriados para cada item e seus respectivos parâmetros ou executa a busca de item sem movimentação recente	informatizada
Operações Complementares	impressão dos resultados e mudanças nas tabelas	informatizada
Exportação	Saída dos resultados (apenas os dados que podem ter sido modificados pelo SE) para disquete em formato pré-estabelecido	informatizada *
Atualização do Sistema Informatizado	devolução dos resultados para o sistema informatizado da empresa (mudanças de tipos de modelos de reposição e parâmetros)	manual

* operações inicialmente manuais

Figura 26 - Tabela com as Operações Manuais e Informatizadas do Processo do SE

10.2. Interação com o Sistema Atual (TMS II)

A única relação entre os dois sistemas será que o SE deverá calcular novos parâmetros de operação para o sistema TMSII a partir de dados que, parcialmente, vieram deste. A operação do TMSII deverá permanecer exatamente como está sendo executada até agora.

A ligação para passagens de dados e novos parâmetros entre o SE e o sistema TMSII deverá ser executada via arquivos textos com os dados formatados em larguras fixas. Não necessariamente a passagem dos arquivos terá de ser feita através de disquetes. Caso o sistema esteja operando dentro de um micro que tem ligação com o sistema *mainframe* isto não será necessário. Porém, como nem todos os micros possuem este recurso e não há nenhum com esta característica à disposição da Gerência de Compras, possivelmente será necessário o uso de disquetes para levar os arquivos até um destes. Este fato não deverá gerar nenhum tipo de inconveniente grave.

O sistema TMSII continuará a operar normalmente, sendo que as alterações nos parâmetros de operação poderão ser executadas durante a noite sem atrapalhar a operação.

10.3. Procedimentos de Operação

Os procedimentos de operação deverão ser bastante simplificados. As telas do SE poderão ser trocadas através de um *menu* permanente que apresentará todos os módulos. Dentro de cada tela deverão estar escritas todas as informações necessárias para dar seqüência às operações. O SE deverá possuir um Manual de Operação e Manutenção que será muito mais específico para manutenção e deverá indicar como alterar parâmetros de cálculo do SE, como custos, árvore de alternativas e seus parâmetros, etc.

Os parâmetros de escolha entre alternativas deverão ficar preferencialmente armazenados em tabelas e não na linguagem de programação (Access Base Code)

que deverá ser utilizada para escrever o módulo de Definição de Política. Desta forma, a mudança destes parâmetros poderá ser mais facilmente executada.

As operações para execução do programa já estão descritas na parte referente a operações manuais e informatizadas. Resta ainda definir qual a periodicidade da Análise da Política. O tempo exato deverá ser definido após algumas rodadas. Inicialmente pensa-se em refazer os cálculos a cada 6 meses, porém, devido à facilidade esperada para execução do processo, pode-se pensar em fazê-lo a cada três meses, garantindo ainda mais que os parâmetros dos modelos estão corretos.

11. CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta uma metodologia para reposição de estoques dos materiais auxiliares aqui chamada de "Política de Estoques" juntamente com uma ferramenta criada para possibilitar seu emprego (Sistema Especialista).

Partindo de uma análise teórica de diversos modelos de reposição de estoque, o trabalho rapidamente convergiu para uma metodologia que mostrou-se de grande aplicabilidade dentro da empresa e que poderá gerar bons resultados para a mesma.

Esta metodologia baseia-se em classificar os itens do estoque dentro de alguns modelos de reposição e depois manter os parâmetros utilizados nestes modelos atualizados visando, no geral, a minimização dos custos relativos à tarefa de suprir os materiais que a empresa necessita.

Devido à falta de tempo, não se pode concluir a definição das regras juntamente com as pessoas envolvidas com a utilização e administração dentro da empresa e, com isso, ao menos simular seu emprego. Porém, espera-se que o apresentado aqui tenha sido suficiente para explicar o funcionamento desta metodologia numa profundidade tal que qualquer pessoa que trabalhe com materiais consiga transportá-la para outras situações.

O Sistema Especialista aqui apresentado se encontra em estágio intermediário de programação, aguardando a definição completa das regras de seleção de modelos de reposição. Mesmo assim, sua base já foi utilizada para outras análises como a "Busca de Itens Podres" e a simulação do recálculo dos parâmetros do modelo de Estoque Mínimo, ambos apresentados neste trabalho.

O trabalho não pôde contabilizar resultados concretos (acabados) para empresa até a sua data de entrega. Neste ponto, resumiu-se a explicar as vantagens da utilização da metodologia apresentada e apresentar os resultados estimados por uma simulação.

*foi feita a
implementação*

ANEXOS

Anexo A - Fórmulas Relativas ao Tema

As fórmulas aqui apresentadas são utilizadas no Anexo B que recalcula os parâmetros do modelo de Estoque Mínimo.

A.1. Modelagem Matemática da Demanda

Demandas podem ser modeladas matematicamente para serem trabalhadas teoricamente através de fórmulas. Dentre as inúmeras distribuições encontradas na literatura, duas são muito utilizadas nas modelagens: a Normal e a Poisson. Elas são utilizadas conjuntamente sendo que costuma-se assumir demandas com média inferior a 25 como Poisson e as superiores ou iguais a 25 como Normal. Também pode-se encontrar autores que afirmam que a normal já pode ser utilizada para modelar demandas com média igual ou superior a 5.

A Normal é uma distribuição contínua que apresenta dois parâmetros: sua média (\bar{x}) e seu desvio-padrão (σ) enquanto a Poisson é uma distribuição discreta (apresenta somente valores inteiros e positivos) que pode ser definida apenas pela sua média (\bar{x}).

A media (\bar{x}) é aritmética $((x_1 \dots x_n)/n)$ em ambas e o desvio-padrão da Normal (σ) é obtido através da seguinte fórmula:

$$\sum_{c=1}^n \frac{\sqrt{x_c - \bar{x}}}{n - 1}$$

Normalmente se utiliza modelagens matemáticas das demandas para se definir os pontos de reposição dos modelos. As fórmulas abaixo definem as probabilidades acumuladas das distribuições.

Normal Padrão (média, $\bar{x}=0$ e desvio padrão, $\sigma=1$):

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-u^2/2) du = P(Z \leq z) \quad \text{com} \quad z = \frac{(x - \bar{x})}{\sigma}$$

Poisson (média=m):

$$F(c) = \sum_{k=0}^c \frac{m^k e^{-m}}{k!}$$

Como se pode observar, as fórmulas mostradas não são muito trabalháveis, principalmente a da Normal, por isso mesmo, costuma-se utilizar tabelas que contém esses valores. Pode-se colocar os valores no computador e usar algum tipo de método de busca para encontrar o valor desejado, como por exemplo, o Método de Newton.

A.2. Cálculo do Lote e Período Econômico e do Ponto de Reposição

O lote econômico apresenta muitos algoritmos desenvolvidos por diversos autores. O mais conhecido deles é o Lote de Wilson e será aqui utilizado. Ele pode ser calculado pela fórmula:

$$Q = \sqrt{\frac{2\lambda C_p}{C_a}}$$

Onde λ é a demanda, C_p é o custo de pedido e C_a é o custo de estocagem (expresso no mesmo período que a demanda; ex.: demanda mensal e custo de armazenagem mensal). Este algoritmo não considera o custo de falta, exatamente como proposto neste trabalho mas tem outras considerações que não são exatamente as mesmas da situação real, como considerar a demanda determinística o que pode incorrer em pequenos erros no cálculo do ponto ótimo de "Q".

Mesmo assim esta fórmula será utilizada na falta de uma mais específica. Como pode ser visto na parte teórica, na curva de custo mínimo em função do valor de

"Q", este valor não se altera muito nas proximidades do ponto ótimo onde a inclinação da curva não é acentuada.

O Período Econômico é o período equivalente ao Lote Econômico. Ele pode ser facilmente calculado pela fórmula:

$$Pe = \frac{\lambda}{Q}$$

O ponto de reposição, nesta proposta, será calculado a partir de um nível de atendimento mínimo pré-estabelecido. Assim, a demanda dentro do *lead-time* deverá ser modelada e em seguida definido como ponto de reposição, uma quantidade que garanta o nível de atendimento pré-estabelecido.

Para calcular essa quantidade basta buscar na tabela da distribuição acumulada assumida, um valor em que o percentual acumulado seja igual ou maior que o nível de atendimento mínimo pré-estabelecido.

A.3. Custos Médios de Estocagem e de Pedido (Teóricos)

As fórmulas teóricas para cálculo dos custos médios mensais de estocagem e de pedido são:

$$CME = Ca(Q/2 + s - \lambda_{lt})$$

Ca - custo de armazenagem unitário mensal
 λ_{lt} - demanda no lead-time

$$CMP = \frac{Cp \cdot \lambda}{Q}$$

Cp - custo médio unitário de pedido
 λ - demanda mensal

Anexo B - Recálculo dos Parâmetros Ótimos para Estoque Mínimo

Visando verificar se os parâmetros utilizados na reposição dos estoques pelo modelo de Estoque Mínimo (revisão contínua - (s,Q)) estavam corretos ou não e estimar quais seriam os resultados de um recálculo dos mesmos, foi feito uma pequena simulação que será apresentado neste anexo.

B.1. Seleção dos Itens da Amostra

A amostra dos itens foi retirada de modo que existissem todos os tipos de materiais do AG. Para tanto, aproveitou-se a codificação antiga (que continua a ser utilizada dentro da empresa) que divide os materiais em dez classes.

Assim, foram trazidos do sistema informatizado os dados referentes aos primeiros itens de cada uma das classes dentro da classificação ABC feita neste trabalho num total de 150 itens. Sendo que as classes 2, 3 e 9 tiveram 20 itens (por serem classes com maior número de itens) e as demais apenas 10. Desse total de 130 itens, 45 eram itens que estavam dentro do modelo de Estoque Mínimo e desta forma, constituiram a amostra de dados para a simulação

B.2. Execução

O cálculo foi feito numa planilha a partir dos dados importados do TMSII. A média da demanda (na verdade do consumo) foi tomada a partir de seis meses, o mesmo acontecendo com o desvio-padrão (dos itens com demanda dentro do *lead-time* superior a 15). Para calcular-se esse desvio-padrão da demanda durante o *lead-time* foi utilizada a seguinte passagem:

$$\sigma_{lt} = \frac{\sigma_{mensal}}{\sqrt{30/d_{lt}}}$$

σ_{lt} - desvio-padrão no *lead-time*

d_{lt} - duração do *lead-time*

Os demais cálculos foram feitos de acordo com o Anexo A, sendo que foi utilizado um nível de atendimento mínimo único definido em 90% (estimativa da média dos reais valores).

B.3. Tomada de Resultados

Os lotes de pedido pouco se alteraram (o número de pedidos subiu de 68,4 para 77,4), porém, os pontos de reposição caíram drasticamente (para, em média, 48% dos valores anteriores). Tais fatos deram origem aos seguintes resultados:

	Atual (R\$)	Novo (R\$)	Variação (%)
Custo de Estocagem	635,65	444,95	-30,0
Custo de Pedido	104,61	118,38	+13,2
Custo Total	740,26	563,33	-23,9
Valor do Estoque Médio	33.811,17	23.667,55	-30,0

Figura 27 - Tabela com os resultados do recálculo dos parâmetros do Lote Mínimo

Como se vê na tabela, houve uma redução (teórica) de quase 25% nos custos totais mensais e uma economia gerada pela desova do estoque (gerada pela diminuição do estoque médio) de cerca de R\$10.133,62.

B.4. Estimativa dos Resultados Totais

A economia mensal no lote piloto foi de R\$176,93 e foi obtida dentro de uma amostra de materiais que movimentavam mensalmente cerca de R\$41.858,52 (somatória de média mensal de consumo x valor unitário). Isto significa que houve uma economia correspondente a 0,42% do valor da movimentação monetária.

Pode-se então estimar que o mesmo ocorra com a totalidade dos itens. Assim, como o total movimentado mensalmente por todos os itens atualmente regulados pelo Estoque Mínimo (s, Q) é de R\$99.037,05, a economia mensal gerada por um recálculo dos parâmetros (com relação aos custos de estocagem e de pedido) seria de R\$418.62,00 o que resultaria numa economia anual em torno de

R\$5.000,00 apenas com a modificação dos parâmetros dos itens que já estão atualmente sendo repostos pelo modelo de Estoque Mínimo.

O mesmo raciocínio pode ser feito com o montante liberado pela desova do estoque, assim, uma estimativa do valor total dessa desova seria de aproximadamente R\$24.000,00.

Os números acima apresentados são apenas estimativas porém, espera-se que grande parte dessa economia (entre outras) seja realmente alcançada através da Política de Estoques aqui apresentada a um custo próximo de zero. Não existe nenhum investimento pesado a ser feito, apenas a construção do SE e os seus custos operacionais.

BIBLIOGRAFIA

BIAZZI, Jorge Luiz de. Administração de estoques para bens de varejo não perecíveis. São Paulo, Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Produção. EPUSP, 1993.

BUENO NETO, Pedro R. Modelos de estoques. s.n.t. (apostila).

COSTA NETO, Pedro L. de Oliveira. Estatística. São Paulo, Edgard Blucher, 1977.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu G. N. Just-in-time, MRPII e OPT: um enfoque estratégico. São Paulo, Atlas, 1993.

GONÇALVES, Paulo Sérgio; SCHWENBER, Enrique, Administração de estoques: teoria e prática. Rio de Janeiro, Interciência, 1979.

LINDGREN, Bernard W. Statistical theory Toronto, Macmillan, 1968.

NADDOR, Eliezer. Inventory systems. New York, Willey, 1966.

PESSÔA, Marcelo; SPÍNOLA, Mauro. Instruções gerais sobre o trabalho de sistemas de informação. São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção (apostila), 1994.

YANAGITA, Dario Masihiro. Um sistema de planejamento e controle de estoques para itens de almoxarifado. São Paulo, Trabalho de Formatura - Departamento de Engenharia de Produção. EPUSP, 1986.

ZACCARELLI, Sergio Baptista. Programação e controle da produção. São Paulo, Pioneira, 1967.

Diversos autores. Código de materiais de almoxarifado. São Paulo, Brazaço-Mapri, 1994.

MANUAIS de Operação do TMSII - Unisys. Rio de Janeiro, Unisys Eletrônica, 1990.

Sem autor. Material Institucional da Brazaço-Mapri. s.n.t.

Apêndice A - Tabela da Simulação dos Parâmetros do Estoque Mínimo

A tabela mostrada a seguir foi utilizada para simulação dos novos parâmetros dos itens regidos pelo modelo de revisão contínua (s, Q) também chamado de Estoque Mínimo. A descrição desta simulação se encontra no Anexo B deste trabalho.

Apêndice A - Simulação dos Novos Parâmetros do Estoque Mínimo

CODIGO	Pto Repos	Quan Rep	LT	Méd Mens	Desv Mens	Val Unit	Qe
11K200	2000	2000	15	3233,33	1148,33	2,14	497
15A020	4400	3000	10	7101,67	1361,56	0,82	1189
12C060	2600	1800	10	3350,00	709,22	1,14	693
15A030	350	250	10	350,00	71,53	9,88	76
11F020	1300	850	15	1833,33	512,02	1,68	422
34A090	2	1	45	1,00	0,63	180,06	1
32A040	50	35	10	44,33	14,65	2,92	50
32A015	200	250	10	425,00	121,45	0,2	589
45B125	1	2	10	2,00	1,41	174	2
47K175	45	45	10	28,67	8,48	8,13	24
45F180	1	2	10	1,00	0,00	172,31	1
45E385	5	3	10	4,17	3,06	36,15	5
45E400	1	2	10	1,00	0,89	138,42	2
45D070	1	1	10	0,83	0,98	156	1
43G015	2,3888	7,1666	10	2,67	2,42	41,74	4
45K060	3	2	10	4,67	4,63	20,04	7
45E550	2	1	10	2,83	2,48	31,92	4
50A170	10	8	10	8,50	2,35	65,87	5
54P275	5	4	10	6,00	4,00	92,56	4
54P225	2	1	10	2,33	1,75	103,84	2
50A090	8	10	10	2,83	3,19	51,95	3
54P140	2	1	10	1,67	0,82	79,73	2
54P290	2	3	10	1,00	1,67	129,6	2
56B010	2	1	10	2,17	1,94	56,23	3
62J080	10	10	10	4,67	3,72	44,47	5
72C110	280	180	10	368,00	109,36	2,06	171
72G175	1	1	10	0,83	0,98	792,56	1
70G230	0	1	10	0,67	0,52	607	1
78H060	15	10	10	21,33	12,99	14,68	16
70A090	1	1	10	0,83	0,98	310,5	1
70G170	0	1	10	0,50	0,84	509	1
72Q020	10	6	10	9,83	2,04	22,66	9
81G075	1800	1200	10	1656,00	193,33	1,65	405
80B225	1000	800	10	966,67	196,64	1,14	372
81J020	200	100	7	271,67	51,51	3,94	107
80D050	100	66	10	466,67	755,42	2,24	185
84E010	360	240	30	354,00	79,25	2,37	157
84E030	270	220	30	270,50	61,28	3,06	121
85G001	25	10	10	63,50	63,54	8,3	36
90E035	1	1	30	0,50	0,55	3348	1
90Y017	10	30	30	10,00	16,73	115,11	4
90T052	36	30	7	19,33	21,38	14,04	15
96N035	7	4	30	6,33	1,86	39,59	6
92S049	10	7	30	9,00	1,26	26,04	8
90E130	5	5	30	1,83	2,86	110,23	2

Apêndice A - Simulação dos Novos Parâmetros do Estoque Mínimo (continuação)

s	CE atual	CP atual	CTot Atual	CE novo	CP novo	CTot Novo	Mov Monet
2664	55,56	2,47	58,04	52,05	9,95	62,00	6919,33
3381	54,37	3,62	57,99	24,75	9,14	33,89	5823,37
1645	51,00	2,85	53,84	18,72	7,40	26,11	3819,00
170	66,45	2,14	68,59	16,94	7,05	23,98	3458,00
1384	25,49	3,30	28,79	21,39	6,65	28,04	3080,00
3	3,38	1,53	4,91	6,76	1,53	8,29	180,06
19	2,89	1,94	4,83	1,60	1,36	2,96	129,45
232	0,69	2,60	3,29	1,44	1,10	2,55	85,00
2	4,35	1,53	5,88	7,62	1,53	9,15	348,00
14	8,84	0,97	9,82	2,51	1,83	4,34	233,06
1	5,39	0,77	6,16	3,77	1,53	5,30	172,31
3	3,47	2,13	5,59	2,79	1,28	4,06	150,63
1	4,33	0,77	5,10	4,33	0,77	5,10	138,42
1	3,58	1,28	4,85	3,58	1,28	4,85	130,00
2	3,98	0,57	4,55	2,44	1,02	3,46	111,31
3	0,92	3,57	4,49	1,86	1,02	2,88	93,52
2	0,93	4,33	5,27	1,83	1,08	2,91	90,44
5	13,81	1,63	15,43	5,77	2,60	8,37	559,90
4	8,69	2,30	10,98	6,95	2,30	9,24	555,36
2	3,36	3,57	6,93	4,33	1,79	6,12	242,29
2	11,75	0,43	12,19	2,49	1,45	3,94	147,19
2	2,91	2,55	5,46	3,66	1,28	4,93	132,88
1	7,70	0,51	8,21	4,05	0,77	4,82	129,60
2	1,88	3,32	5,19	2,93	1,11	4,04	121,83
3	11,22	0,71	11,94	3,29	1,43	4,72	207,53
204	9,56	3,13	12,69	6,45	3,29	9,74	758,08
1	18,18	1,28	19,46	18,18	1,28	19,46	660,47
1	3,16	1,02	4,18	14,56	1,02	15,58	404,67
11	3,55	3,26	6,82	3,28	2,04	5,32	313,17
1	7,12	1,28	8,40	7,12	1,28	8,40	258,75
1	3,18	0,77	3,95	12,74	0,77	13,50	254,50
6	4,13	2,51	6,64	3,07	1,67	4,74	222,82
696	57,23	2,11	59,34	10,73	6,26	16,99	2732,40
469	23,06	1,85	24,91	7,12	3,98	11,10	1102,00
95	13,80	4,16	17,96	6,29	3,88	10,18	1070,37
718	-0,95	10,82	9,87	27,54	3,86	31,40	1045,33
456	5,60	2,26	7,86	8,03	3,45	11,48	838,98
350	6,29	1,88	8,17	8,04	3,42	11,46	827,73
68	1,38	9,72	11,09	10,10	2,70	12,80	527,05
1	62,84	0,77	63,60	62,84	0,77	63,60	1674,00
14	32,41	0,51	32,92	12,96	3,83	16,79	1151,10
7	12,25	0,99	13,24	2,63	1,97	4,60	271,44
10	1,98	2,42	4,40	4,95	1,62	6,57	250,74
13	2,20	1,97	4,17	3,91	1,72	5,63	234,36
4	11,72	0,56	12,28	6,55	1,40	7,95	202,09
Somas:	635,65	104,61	740,26	444,95	118,38	563,33	41858,52
	var %:			-30,00%	13,16%	-23,90%	

Apêndice B - Telas do SE (Já implementadas)

O Sistema Especialista já está parcialmente programado e já apresenta três telas implementadas que serão apresentadas a seguir. Esta parte do SE foi utilizada para fazer a Busca de Itens Podres descrita no Capítulo 9.

PEAG ÍNDICE		VISUALIZAÇÃO DOS ITENS	
CÓDIGO:	036090	CÓDIGO TMS:	A10242
SELEÇÃO:	[MANOPLA MONZA ARTIGO 2JK0002]		
ENTRADA	QTD ESTOQUE: 2.42	UNIDADE:	MH
VALOR MÉDIO:	1377.88	VALOR TOTAL:	16330.17
EXPORT	ULT. COMPRA: 940822	ULT. RETIRADA:	940905
CLASSIF. ABC:		ULT. ATUAL.:	
VISUAL	TIPO POLÍTICA: 2	PONTO REPOS.:	0
PODRES	LEAD TIME: 30	EST. MÍNIMO:	0
MODELOS		QUANT REPOS.:	0
		LOTE MÍN.:	0
	CONS. 6 MESES: 71.11	MÉDIA MENSAL:	11.851666667
	MÍNIMO ATENDIMENTO:	DESVIO MENSAL:	4.0702649381
	Registros: 1	►	▼

SELEÇÃO DE ITENS

PEAC
ÍNDICE

SELEÇÃO

ENTRADA

EXPORT

VISUAL

PODRES

MODELOS

FECHAR

código acima ou igual a:

00A000

código abaixo ou igual a:

99Z999

não atualizado após:

Executar Seleção

Número de Itens:

140

**PEAG
ÍNDICE**

BUSCA DE ITENS PODRES

O sistema deve buscar itens com datas anteriores a:

920801

(aammdd)

EXECUTA BUSCA DE ITENS PODRES

Número de itens
encontrados:

2937

O sistema deve imprimir a lista com os itens encontrados ?
Relatório de Verificação de Itens Podres - AG

IMPRIMIR

SELEÇÃO

ENTRADA

EXPORT

VISUAL

PODRES

MODELOS

FECHAR