

PABLO CEZAR URBIETA

**Melhoria dos Processos de Previsão de Demanda e Controle de Estoques de
Peças de Reposição de Linha Branca**

**São Paulo
2009**

PABLO CEZAR URBIETA

**Melhoria dos Processos de Previsão de Demanda e Controle de Estoques de
Peças de Reposição de Linha Branca**

Trabalho de formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do
Diploma de Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio de Mesquita

**São Paulo
2009**

FICHA CATALOGRÁFICA

Urbieta, Pablo Cesar

**Melhoria dos processos de previsão de demanda e controle
de estoques de peças de reposição de linha branca / P.C.**

Urbieta. – São Paulo, 2009.

78 p.

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Previsão de vendas 2. Estoques I. Universidade de São
Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de
Produção II. t.**

DEDICATÓRIA

À minha mãe Julia, fonte de apoio e inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, criador de todas as coisas, razão do meu viver.

À minha família, em especial à minha mãe, por todo o apoio e incentivo aos meus estudos. Também agradeço à minha tia Toshie, *in memorium*, pelo cuidado que teve por mim.

Ao Professor Marco Aurélio de Mesquita, pela orientação, paciência e preciosos conselhos para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores da Escola Politécnica da USP, por todo o ensino e contribuição em minha formação.

Aos meus colegas de trabalho, em especial ao meu diretor e ao meu gerente, que permitiram e incentivaram o desenvolvimento deste trabalho.

E aos meus amigos, que sempre estiveram presentes em diversos momentos da minha vida.

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido numa empresa do setor da linha branca. O foco foi a melhoria dos processos de previsão de demanda e gestão de estoques das peças de reposição da empresa. Primeiramente, foi realizada uma análise crítica do processo atual. Um dos problemas identificado nesta etapa era a forma de classificação das peças, que apresentava ambigüidades e prejudicava a adequação da política de gestão estoques. Propõe-se, então, uma nova forma de classificação dos itens de estoque e uma nova sistemática da previsão. Por fim, foi desenvolvido um sistema que auxilia essa rotina de previsão de demanda e a tomada de decisão em relação à reposição dos estoques.

Palavras-chave: Previsão de Demanda. Estoques. Linha Branca.

ABSTRACT

The following work was developed in the white appliance sector of a company. The focus was the improvement of demand forecast processes and management of products replacement from the company. First of all, a critical analysis of the actual process was done. One of the problems found in this stage was the form of products classification, which shows ambiguity and damages the policies adequacy of inventory management. Hence, it is proposed a new form of classification of the inventory items and a new systematic. Finally, it is developed a new system which support that demand forecast routine and the decision making related to the inventory replacement.

Keywords: Demand Forecast, Stocks, White Appliance Products

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Alguns produtos da Whirlpool.....	16
Figura 1.2. Unidades Whirlpool	17
Figura 1.3. Exemplos de peças de reposição	18
Figura 1.4. Classificação dos itens.....	19
Figura 2.1. Sistema de PCP (ARNOLD, 1999)	24
Figura 2.2. Processo típico de S&OP (AROZO, 2006)	24
Figura 2.3. Padrões de demanda	26
Figura 2.4. Demandas independentes	27
Figura 2.5. Previsão de demanda no planejamento da produção (MESQUITA, 2008).....	28
Figura 2.6. Processo de previsão de demanda (MESQUITA, 2008).....	29
Figura 2.7. Modelos de estoque.....	38
Figura 3.1. Processo de Abastecimento Produtos Acabados e Peças de Reposição	42
Figura 3.2. Classificação do ciclo de vida da peças de reposição	43
Figura 3.3. Exemplo de gráfico gerado pelo <i>Forecast Pro</i>	45
Figura 3.4. Exemplo de relatório do <i>Forecast Pro</i>	46
Figura 3.5. Sistemática Atual de Previsão de Demanda	47
Figura 3.6. Exemplo de Classificação.....	48
Figura 4.1. Nova Classificação.....	54
Figura 4.2. Fluxograma da nova sistemática	62
Figura 4.3. Relatório do Histórico de vendas	63
Figura 4.4. Exemplo registro da data - Setembro 09	64
Figura 4.5. Exemplo de registro de data Outubro 09	64
Figura 4.6. Exemplo de registro da data - Procura Vertical	65
Figura 4.7. Reclassificação dos itens de acordo com a idade.....	66
Figura 4.8. Interface com Usuário do Novo Sistema	68
Figura 4.9. Sistema Proposto - Classificação	69
Figura 4.10. Sistema Proposto – Previsão.....	70
Figura 4.11. Sistema Proposto – Relatórios	70
Figura 4.12. Relatório – parte 1	72
Figura 4.13. Relatório - parte 2.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Porcentagem de volume por clientes	18
Tabela 2.1: <i>Tracking Signal</i> - Adaptado de Corrêa <i>et al.</i> (1997)	35
Tabela 4.1. Quantidade de itens por categoria em Dezembro de 2008.....	56
Tabela 4.2. Quantidade de itens por categoria em Agosto de 2009	56
Tabela 4.3. EAM.....	59
Tabela 4.4. EPAM	59
Tabela 4.5. EPAM*.....	60

LISTA DE SIGLAS

BW	<i>Business Warehouse</i>
EAM	Erro Absoluto Médio
EM	Erro Médio
EPAM	Erro Percentual Absoluto Médio
MPS	<i>Master Production Schedule</i>
MRP	<i>Material Requirements Plan</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PIVO	Planejamento Interno de Vendas e Operações
S&OP	<i>Sales and Operations Planning</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
TS	<i>Tracking Signal</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	A Empresa Cliente	15
1.2	Apresentação do Problema e Objetivo	20
1.3	Relevância do Tema.....	21
1.4	Estrutura do Trabalho	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	Sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP)	23
2.2	Dinâmica S&OP	24
2.3	Previsão da Demanda.....	25
2.4	Gestão de Estoque.....	36
3	ANÁLISE DO PROCESSO DE PREVISÃO	41
3.1	Cadeia de Suprimentos.....	41
3.2	Sistema de Planejamento de Peças de Reposição.....	42
3.3	Sistemática da Previsão do Setor Comercial de Peças.....	44
3.4	Diagnóstico.....	48
4	PROPOSTA DE CONTROLE DE ESTOQUES.....	53
4.1	Nova Classificação	53
4.2	Testes	57
4.3	Proposta da Sistemática de Previsão	61
4.4	Sistema Proposto	68
5	CONCLUSÃO	73
5.1	Síntese	73
5.2	Análise Crítica	74
5.3	Dificuldades Encontradas.....	74
5.4	Desdobramentos	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido na empresa Whirlpool S. A., através de uma consultoria prestada pela Belge Engenharia e Sistemas. A primeira apresentava uma necessidade de melhoria em alguns processos de previsão de demanda e controle de estoques, já a empresa Belge Engenharia, empresa especializada em projetos de simulação, propôs desenvolver um projeto piloto de previsão de demanda para aquisição de competências nesta área. Este trabalho de formatura relata as atividades do projeto conduzido pelo autor durante o estágio desenvolvido na Belge.

Neste capítulo, será apresentada a empresa Whirlpool, para contextualizar o trabalho desenvolvido. Em seguida, são apresentados os objetivos do trabalho bem como a relevância do tema. Por fim, será apresentada a estrutura do trabalho.

1.1 A Empresa Cliente

Como consta em seu site, a Whirlpool Corporation é considerada a maior fabricante de eletrodomésticos do mundo. A subsidiária brasileira, Whirlpool S. A., foi formada através de uma reorganização societária das antigas empresas Multibrás Eletrodomésticos e da Embraco (Empresa Brasileira de Compressores).

A Whirlpool é a atual detentora das marcas Brastemp, Consul e KitchenAid, comercializando os chamados produtos de “linha branca” e que incluem: Climatizadores, Coifas, Condicionadores de Ar, Depuradores de Ar, Fogões, Fornos Elétricos, Freezeres, Lavadoras, Lava-Louças, Microondas, Refrigeradores e Secadoras. A Figura 1.1 apresenta alguns dos principais produtos da linha branca.



Figura 1.1. Alguns produtos da Whirlpool

A Whirlpool S.A. possui 6 unidades espalhadas pelo Brasil, mostradas na Figura 1.2:

- São Paulo:
 - Centro Administrativo: localizado em São Paulo, este centro concentra as principais atividades administrativas da Whirlpool;
 - Unidade São Paulo concentra a área de atendimento ao consumidor. É o principal centro de distribuição da empresa e concentra atividades de logística, armazenamento e controle e distribuição de peças e produtos acabados.
- Jaboatão dos Guararapes: funciona como um centro de distribuição, localizado na Grande Recife (PE). É através dele que a empresa abastece a região Norte e Nordeste do Brasil.

- Joinville: unidade que produz refrigeradores, freezers e secadoras, sendo a maior fábrica da empresa em todo o mundo.
- Manaus: também conhecida como Brastemp da Amazônia, produz condicionadores de ar e microondas. Grande parte de sua produção é voltada para o mercado externo.
- Rio Claro: planta produtora de lavadoras, lava-louças e fogões. Esta unidade é o “centro de competências” para projetos de lavadoras para diversos países.

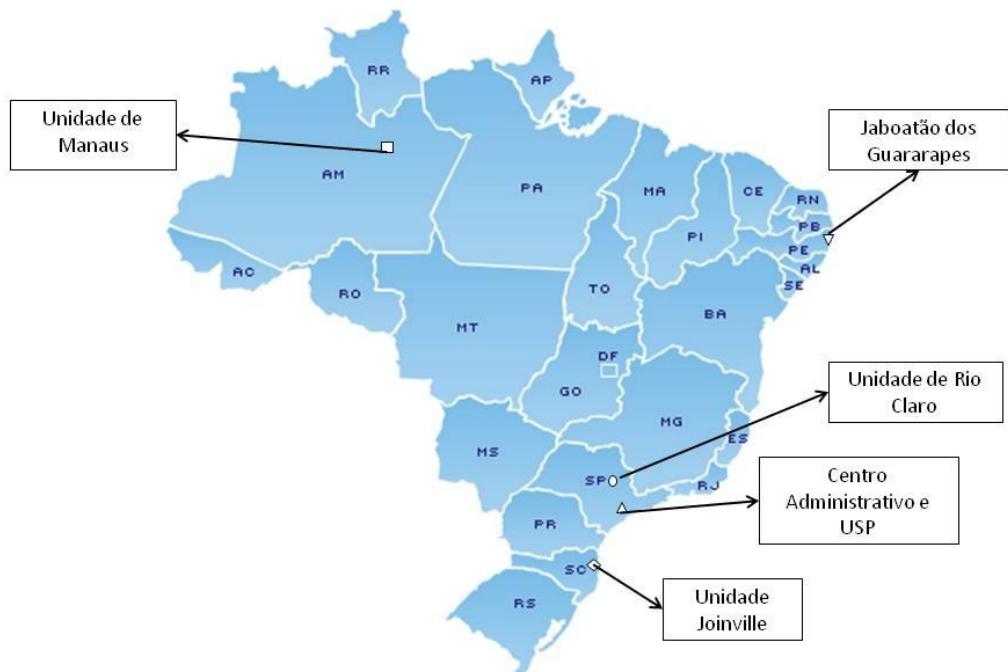


Figura 1.2. Unidades Whirlpool

1.1.1 Setor de Estudo

O setor objeto de estudo do trabalho foi o de peças de reposição (chamado de Comercial de Peças), que está localizado na Unidade São Paulo. Este setor comercializa componentes dos produtos da linha branca. A Figura 1.3 mostra alguns dos produtos vendidos por este setor.

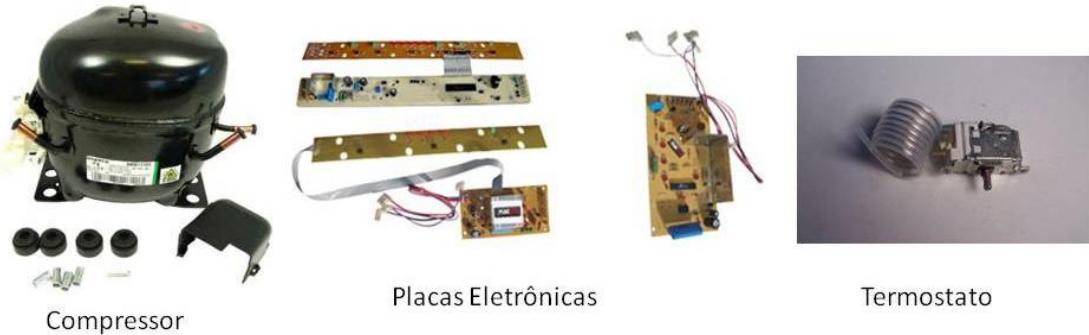


Figura 1.3. Exemplos de peças de reposição

A carteira de clientes deste setor inclui os 350 “Serviços Autorizados”, que realizam o conserto de produtos das marcas Brastemp e Consul. Além dos Serviços Autorizados, existem distribuidores independentes (lojas de pequeno porte) e grandes atacadistas que compram e revendem peças de reposição. Estes últimos, além de serem clientes, muitas vezes também concorrem com a própria Whirlpool neste mercado. A Tabela 1.1 mostra a participação de cada um destes clientes no volume vendido por este setor.

Observa-se que os clientes finais (consumidores) são atendidos ou pelos Serviços Autorizados ou pelos distribuidores independentes.

Tabela 1.1. Porcentagem de volume por clientes

Cliente	% Consumo
Autorizadas	47
Distribuidores	31
Atacadistas	22

Por lidar com todos os produtos da linha branca, este setor trabalha com uma quantidade grande de itens: cerca de 44000 SKUs, sendo que desses, 14123 foram vendidos ao menos uma vez nos últimos 12 meses.

1.1.2 Segmento Foco

Para delimitar um pouco mais a abrangência do projeto, foi definido que farão parte deste trabalho apenas os 14123 itens que foram comercializados nos últimos 12 meses. O foco do trabalho foi definido em comum acordo com a empresa, que necessita a melhoria dos processos de previsão destes itens.

Além do mais, muitos itens destas categorias são itens críticos no estoque do setor. Por exemplo, caso a previsão feita para família de compressores esteja abaixo do que foi demandado, o setor de peças não poderá atender os clientes, pois os fornecedores internos não entregam mais itens além do que fora previsto para o período. Por outro lado, estes itens não podem ter seu nível de estoque muito alto, pois os custos de estoque são relativamente altos para estes itens.

A Figura 1.4 apresenta uma das formas de classificação das peças. Por critério da empresa, os itens de maior faturamento e que somados correspondem até aproximadamente 70% do faturamento total são classificados como itens de giro A. Os itens restantes e que juntamente com itens de giro A representam aproximadamente 85% do faturamento são classificados como itens de giro B. Finalmente, os itens restantes são classificados como de giro C.

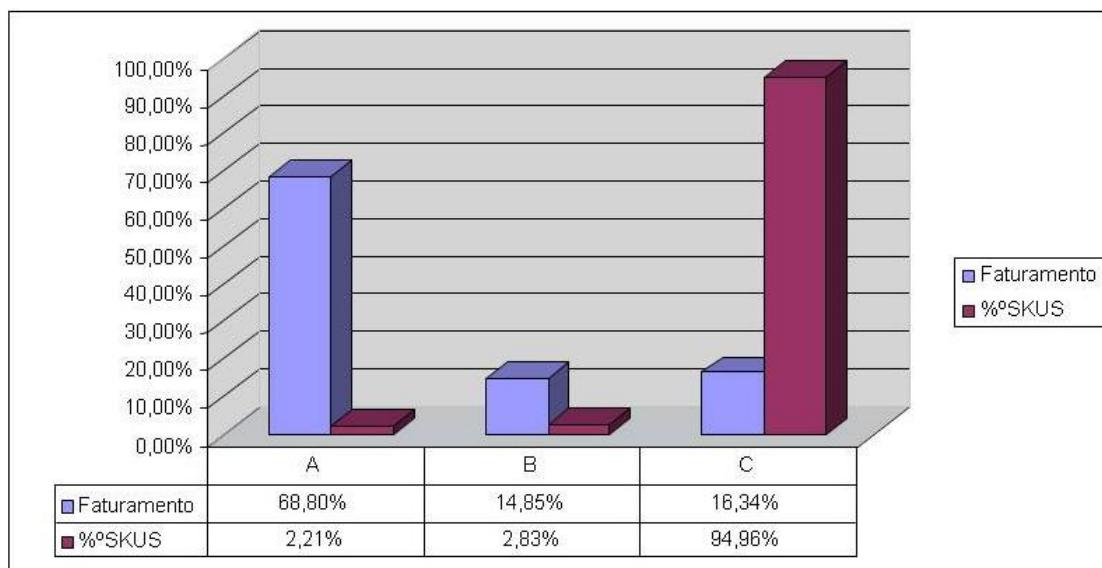


Figura 1.4. Classificação dos itens

No capítulo 3, será apresentada a classificação complementar que a empresa faz para gerir seus estoques.

1.1.3 Planejamento do Atendimento da Demanda

Como fora dito, o planejamento do atendimento a demanda é realizado pelo setor Comercial de Peças. Como software de gestão, a empresa utiliza o SAP. O Comercial de Peças extrai do módulo BW (*Business Warehouse*) o histórico de vendas de cada produto e os exporta para uma planilha MS Excel.

O fornecimento de peças é feito de duas fontes: 70% das peças são compradas de fornecedores de peças originais e os outros 30% são fabricadas na própria Whirlpool.

O planejamento da reposição das peças é realizado mensalmente, onde é feito o a previsão mensal para os próximos 3 meses.

A Belge Engenharia implantou o *software ForecastPro Unilimited* - *software* especializado em previsão, baseado em séries temporais. O usuário deste sistema é o setor “Comercial de Peças”. Este setor é responsável por gerar a previsão a partir dos dados históricos de vendas da empresa. A vantagem da utilização deste software é que ele gera as previsões de demanda para todos os itens da base de dados de uma só vez.

Feita a previsão, esta é passada para o setor de Planejamento Interno de Vendas e Operações (PIVO). Este setor faz o fornecimento para o setor Comercial de Peças, ligando este à fábrica e aos fornecedores. O PIVO então insere a necessidade bruta de materiais no SAP. Neste sistema, então, são calculadas as necessidades líquidas de materiais para os próximos períodos.

O processo de produção desses produtos é composto de duas etapas: a fabricação de componentes e a montagem dos produtos acabados. Parte destes componentes deve abastecer o Comercial de Peças e outra parte deve abastecer as linhas de montagem.

Teoricamente, o PIVO deve atender a requisição de peças feitas pelo setor Comercial. Porém, na prática, caso a demanda por produtos acabados seja maior que o previsto e a necessidade de materiais seja maior que a planejada, o PIVO prioriza o atendimento às fábricas em detrimento do atendimento ao Comercial de Peças. Por exemplo, no segundo trimestre de 2009, além do aumento de vendas de lavadoras proporcionado pelos dias das mães, houve aumento de demanda estimulado pelo governo através da redução de IPI. Dessa forma, para atender as linhas de montagem (plano de produção), o PIVO não forneceu alguns tipos de peças de lavadoras requisitadas pelo Comercial de Peças, implicando em custos de falta para este setor.

1.2 Apresentação do Problema e Objetivo

Os problemas trabalhados neste projeto foram os seguintes:

1. A forma de classificação dos itens de reposição, que será apresentada no capítulo 3, mostrou-se ser inadequada, uma vez que, esta apresentava ambigüidades e trazia dificuldades com relação a reposição dos estoques.
2. Em segundo lugar, foi realizada uma análise crítica da atual sistemática de previsão de demanda, a fim de serem propostas melhorias para esta sistemática.

O objetivo deste trabalho é melhorar o planejamento da reposição de peças da empresa, com estudos de melhoria no processo de previsão de demanda. Para tanto foram realizadas as seguintes etapas:

- Elaboração das formas de classificação das peças de reposição;
- Melhoria da sistemática atual;
- Desenvolvimento de um sistema de apoio a tomada de decisão em relação à reposição de estoques.

1.3 Relevância do Tema

Uma boa previsão de demanda traz impactos significativos nas operações de uma empresa. Com ela, pode-se determinar tendências de mercado - sazonalidade, impactos de promoções - permitindo à empresa produzir quantidades mais próximas do que o mercado demanda. Além disso, com uma previsão de demanda adequada é possível planejar os recursos necessários para a produção, verificando-se a possibilidade de atender à demanda e caso não seja, decidir antecipadamente quais serão as medidas a serem tomadas, tais como subcontratação, aumento de recursos e/ou priorização de itens de maior margem. Também, a empresa pode diminuir níveis de estoque, através de uma gestão mais eficiente de seus estoques, balanceando corretamente de um lado, os custos de estoques e, de outro, o nível de serviço.

Este trabalho, portanto, pretende auxiliar a empresa a conseguir melhorar a eficácia da operação do setor Comercial de Peças, através da melhoria da sistemática de previsão e gestão mais adequada de seus estoques. É importante para a empresa saber balancear entre o nível adequado de estoques, para não implicar em custos elevados e o nível de serviços aos clientes.

Neste caso, a falta de peças de reposição para os consumidores finais pode trazer prejuízo para a imagem das marcas da empresa.

Além disso, este trabalho será um piloto para futuras consultorias na área previsão de demanda da empresa Belge Engenharia, possibilitando a esta empresa ampliar sua área de atuação através do oferecimento de um novo serviço para seus clientes.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este capítulo apresentou a empresa, o problema e objetivo do presente trabalho. Primeiramente, foi feita a descrição da empresa e de sua atuação no contexto brasileiro. Em seguida, delimitou-se a abrangência do projeto: previsão e gestão de estoques de peças de reposição da linha de produtos que serão os alvos de estudo, bem como os objetivos a serem alcançados com este trabalho. Por fim, discutiu-se a relevância do tema, justificando seu desenvolvimento.

No próximo capítulo, será apresentada a fundamentação teórica para o trabalho foi desenvolvido.

No capítulo 3, apresenta-se uma análise crítica da atual sistemática de previsão de demanda.

No capítulo 4, são levantados os dados relevantes para a resolução do problema, bem como é desenvolvida sua solução, ou seja, serão apresentadas as novas formas de classificação dos itens, com intuito de melhorar os processos atuais.

Por fim, no capítulo 5, é mostrada a conclusão do trabalho, as dificuldades encontradas e os possíveis desdobramentos deste projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como foi visto no capítulo anterior, esta seção apresenta os conceitos teóricos que fundamentam a metodologia aplicada na resolução do problema em questão. Serão estudados os conceitos do sistema de planejamento da produção, o conceito da dinâmica de S&OP de uma empresa e, por fim, serão estudadas as práticas de previsão de demanda e modelos de gestão de estoques.

Observa-se que o estudo do sistema de planejamento e da dinâmica de S&OP tem por objetivo contextualizar a previsão da demanda, para que esta ferramenta seja melhor utilizada.

2.1 Sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP)

Segundo Arnold (1999), um bom sistema de planejamento deve responder questões relacionadas à prioridade e a capacidade. A prioridade é definida pela demanda: o que se deve fabricar, a quantidade e o momento. Já a capacidade está ligada aos recursos necessários para se produzir um bem: mão de obra, máquinas, etc. O planejamento da produção deve levar em conta estas duas “forças”, para tentar alcançar um equilíbrio entre estas no curto e no longo prazo. Para Mesquita (2008), o planejamento e controle da produção (PCP) têm por objetivos a maximização do nível de serviço do cliente (prioridade) e a minimização dos custos de estoque e produção (capacidade).

Pode-se dividir o PCP em cinco níveis principais, a saber: o plano estratégico de negócios, o plano de produção, o programa-mestre da produção (em inglês, *Master Production Schedule* – MPS), o programa detalhado de materiais (em inglês, *Material Requirements Plan* – MRP), por último, o controle da atividade de compras e de produção.

A Figura 2.1 apresenta o sistema de PCP. Nela, quanto mais acima está o nível, maior é o horizonte de planejamento, mais gerais são os objetivos e menor é o nível de detalhe do plano.

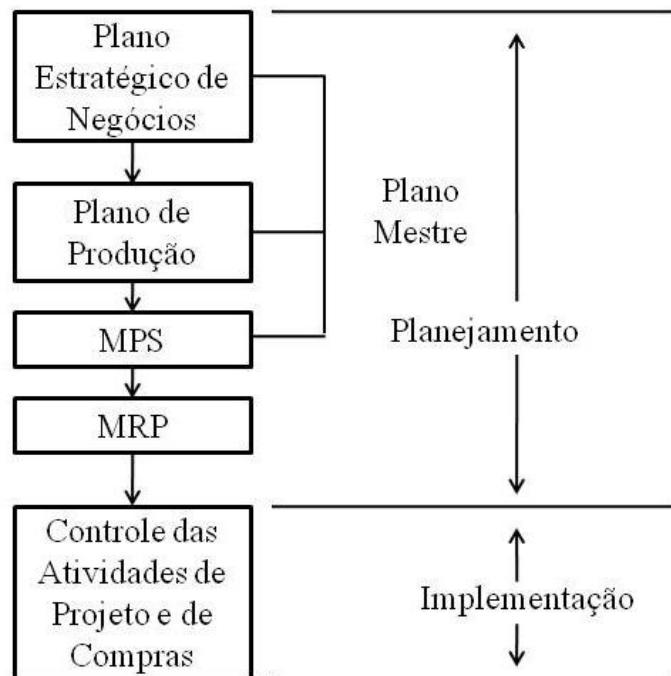


Figura 2.1. Sistema de PCP (ARNOLD, 1999)

2.2 Dinâmica S&OP

Para Arnold (1999), o plano estratégico de negócios é (ou deveria ser) atualizado a cada ano. Para tanto, devem ser realizadas reuniões de Planejamento de Operações e Vendas, também chamado de S&OP, que deve revisar continuamente os planos estratégicos e os planos de coordenação de muitas áreas da empresa.

Segundo Arozo (2006), um processo de S&OP é composto de cinco etapas, mostradas na Figura 2.2: atualização de dados, planejamento da demanda, planejamento da produção e suprimento, reunião prévia, reunião executiva.



Figura 2.2. Processo típico de S&OP (AROZO, 2006)

Ainda segundo Arozo (2006), os fatores críticos de sucesso das reuniões S&OP são:

1. Comprometimento da empresa
2. Planejamento das reuniões
3. Definição das responsabilidades
4. Horizonte de planejamento
5. Ferramentas de Apoio
6. Grau de agregação dos Produtos
7. Acompanhamento Financeiro
8. Documentação do processo
9. Dinâmica das reuniões
10. Monitoramento do desempenho
11. Fluxo das informações - comunicação

As reuniões de S&OP têm como benefícios a atualização dos planos da empresa, conforme as condições internas e externas se modificam, fornecendo meios para empresa se planejar frente a tais mudanças. Além disso, o S&OP faz com que os planos traçados estejam mais próximos da realidade, o que auxilia a alcançar os planos da empresa (ARNOLD, 1999).

2.3 Previsão da Demanda

Segundo Makridakis *et al.* (1998), a previsão de demanda torna-se necessária devido ao *lead time* entre a decisão e a realização de uma determinada ocorrência, tornando-se mais importante a medida que esse tempo aumenta. Para Arnold (1999), a previsão torna-se inevitável para realizar planos que possam satisfazer a demanda futura.

Nesta seção, serão abordadas questões relativas à previsão de demanda. Inicialmente, serão explicitados os padrões de demanda existentes, em seguida, será estuda a previsão de demanda propriamente dita. Por fim, trata-se da questão da previsão de peças de reposição.

2.3.1 Padrões de Demanda

Segundo Mesquita (2008), inicialmente a demanda pode ser classificada como pontual ou repetitiva. A primeira refere-se aos bens ou produtos que tem um pico de demanda em determinada época e em seguida diminui substancialmente. Ovos de páscoa é um exemplo de uma demanda pontual.

Já a demanda repetitiva pode ser dividida em dois tipos: dependente ou independente. A demanda de item é classificada como dependente quando é facilmente associado à demanda de outro. Por exemplo, na linha de montagens de bicicletas, a demanda de seus componentes (pneus, guidões, etc.) está diretamente associada à demanda pelo produto final. A Figura 2.3 mostra de forma esquemática os principais padrões de demanda.



Figura 2.3. Padrões de demanda

No caso das peças de reposição, é interessante notar que elas apresentam tanto demanda dependente quanto independente. Pensando-se na fabricação de produtos acabados, a demanda por peças é dependente, pois o volume demandado está diretamente associado à demanda pelo produto final. Esse volume vem do planejamento da produção, calculado pelo MRP. Já para os componentes comercializados pelo setor Comercial de Peças, pode-se afirmar que a demanda é independente, pois essa demanda não pode ser associada a nenhum outro produto.

Para o caso de demanda independente, podem-se considerar quatro classificações, que estão relacionados com o conceito do ciclo de vida de um produto:

- Demanda Estacionária: produtos que atingiram a fase de maturidade e possuem demanda com variações aleatórias, mas com um pequeno patamar ao longo do tempo;
- Demanda com tendência: itens com aumento ou redução sistemática em suas vendas. Geralmente são de produtos na fase de crescimento ou declínio;
- Demanda estacionária sazonal: produtos com oscilações regulares ao longo de um período. Como exemplos têm-se produtos alimentícios, eletrodomésticos, vestuários etc.
- Demanda com tendência e sazonalidade: além de possuírem oscilações regulares, a demanda possui crescimento ou redução sistemática.

A Figura 2.4 apresenta os padrões de demanda descritos anteriormente:

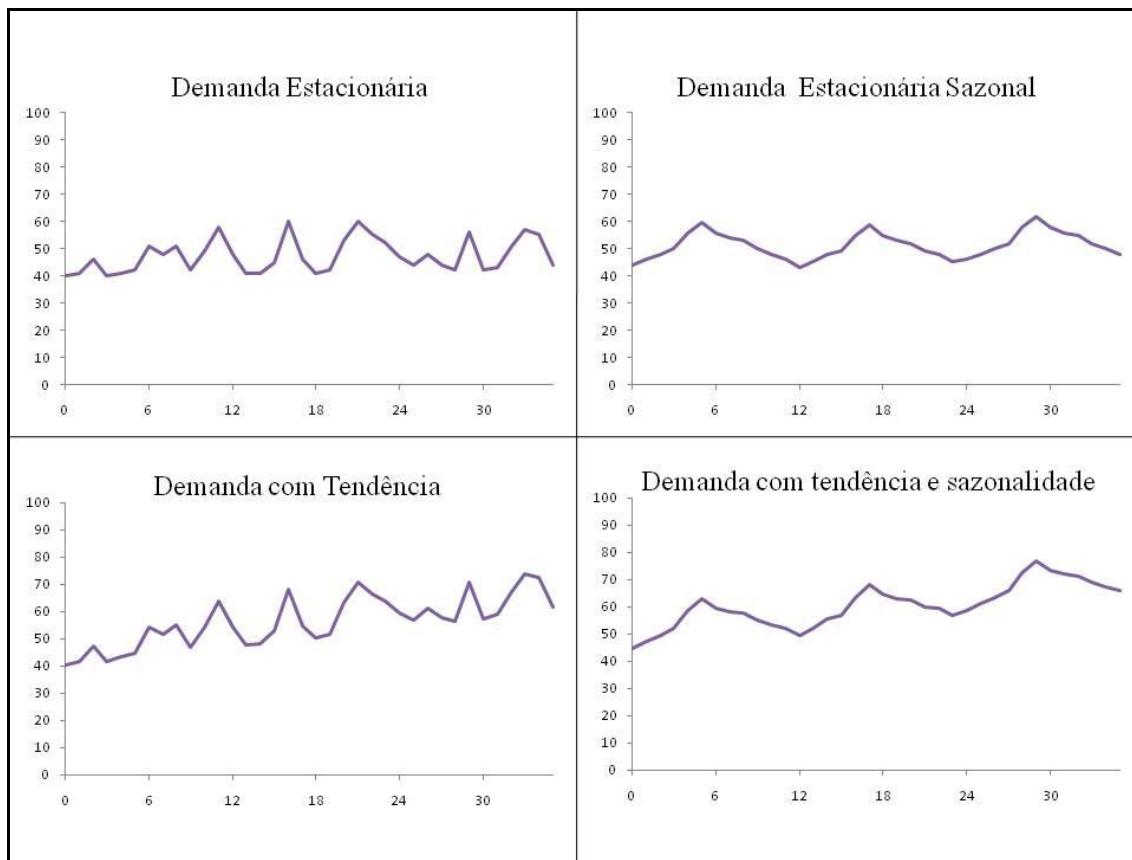


Figura 2.4. Demandas independentes

2.3.2 Processo de Previsão

Para o PCP de uma empresa, a previsão demanda é utilizada nos três níveis: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico, são feitas decisões referentes à capacidade de produção e logística. O nível de detalhe é pequeno e é necessária uma previsão das demandas dos próximos anos apenas por tipo de produto e mercado.

Já no nível tático, o horizonte de planejamento é de curto prazo, onde é realizada uma previsão da demanda mensal, geralmente por família de produto. Essa previsão é utilizada para o planejamento agregado da produção e estoques.

Finalmente, no nível operacional, como no caso das peças de reposição, as previsões de curto prazo misturam-se com os pedidos realizados.

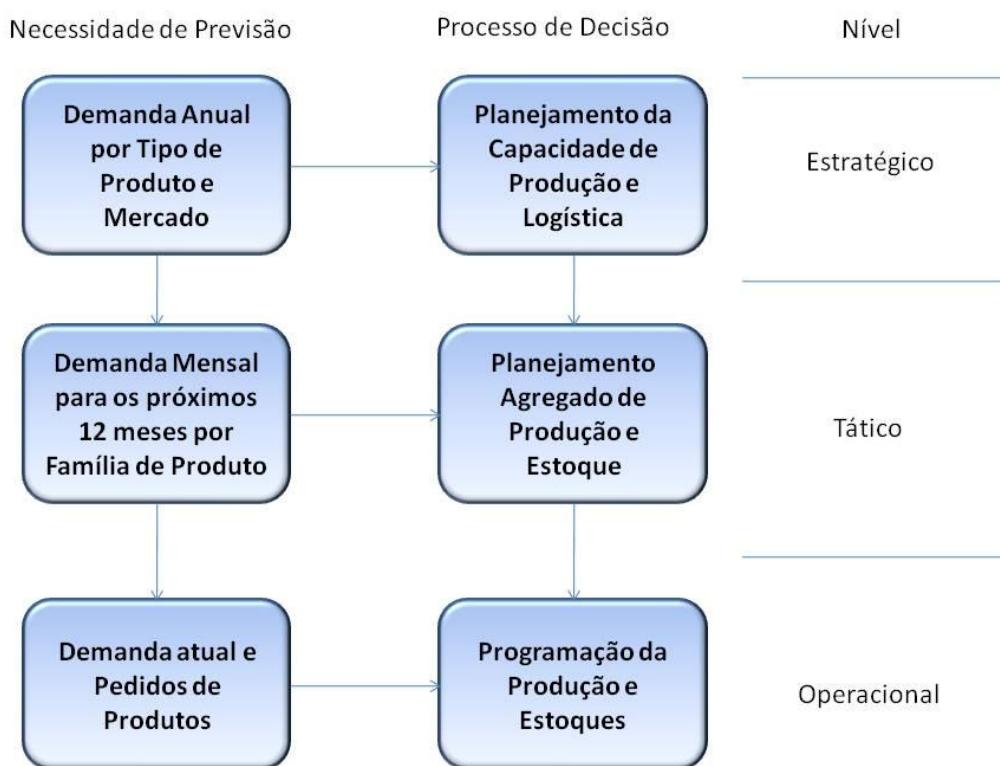


Figura 2.5. Previsão de demanda no planejamento da produção (MESQUITA, 2008)

É importante que o processo de demanda seja formalizado dentro do planejamento da empresa. A dinâmica do processo de previsão inicia-se com a definição do objetivo da previsão de demanda, ou seja, se é para planejamento da capacidade, planejamento agregado ou reposição de estoques.

Em seguida, é realizada a coleta de dados, geralmente no sistema de informação da empresa, onde são levantadas informações a respeito das vendas realizadas. Com esses dados, são construídos gráficos que auxiliam no entendimento prévio do comportamento da demanda.

O passo seguinte é realizar gerar previsão de acordo com alguns modelos de previsão (que serão vistos mais adiante). Cada modelo deve passar por uma calibração, quando são determinados seus parâmetros para que os erros de previsão sejam minimizados.

Em seguida, são geradas as previsões para o horizonte planejado, que depende do objetivo da previsão. Então, as previsões são ajustadas com base em informações adicionais, como índices econômicos, promoções, etc.

Por fim, a previsão deve ser monitorada para serem verificados eventuais erros e melhorar a qualidade dos modelos gerados.

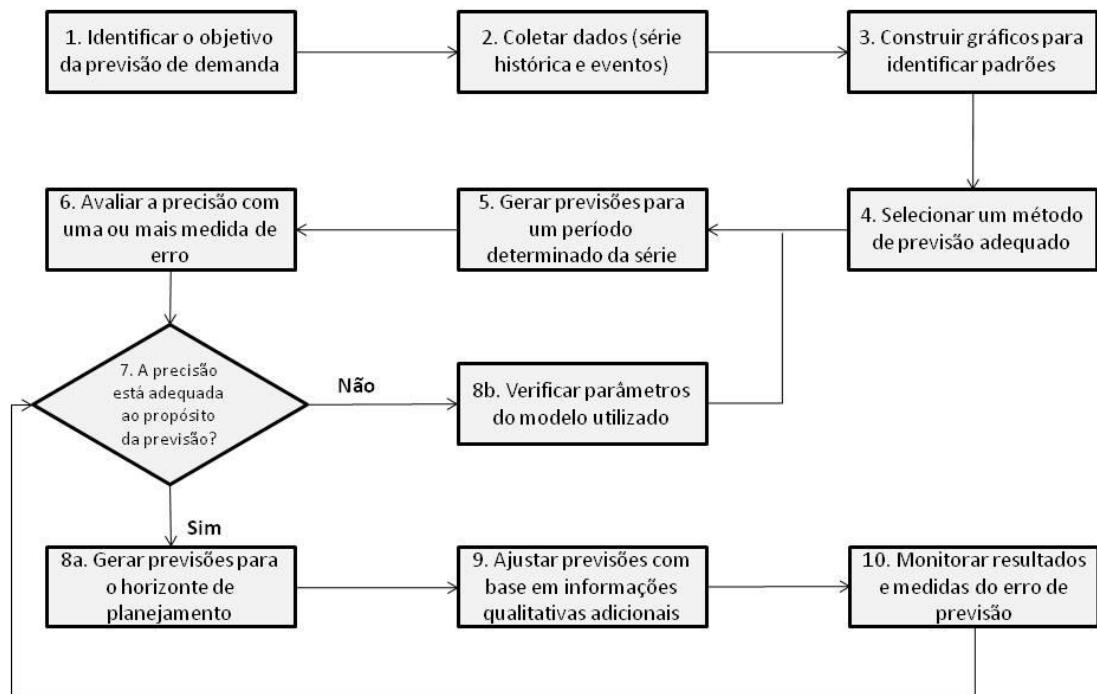


Figura 2.6. Processo de previsão de demanda (MESQUITA, 2008)

2.3.3 Métodos de Previsão

Ballou (2004) divide os métodos de previsão em três grupos: métodos qualitativos, projeção histórica e causal. Estes grupos são diferenciados pela precisão e acurácia de acordo com o horizonte de previsão, nível de sofisticação e base de dados que se faz necessária.

Os principais métodos qualitativos são:

- Método Delphi: este método utiliza questionários respondidos por diversos participantes. Os resultados são compilados e, em seguida, um novo questionário é elaborado, onde se tem atenção nos pontos de maior discordância.
- Painel de consenso: muito similar ao método Delphi, porém neste caso há interação entre os participantes.
- Pesquisa de Mercado: nesse método, são feitas hipóteses e estas são testadas por meio de pesquisas de mercados. Geralmente são utilizados para testar a aceitação de novos produtos.
- Simulação de Cenários: são elaborados diversos cenários com probabilidades de se tornarem realidade. Definidos os cenários, são feitas reuniões para planejar as ações que a empresa deve tomar para cada cenário.

Os principais modelos de projeção histórica são apresentados a seguir:

Média móvel

Neste modelo, a previsão é a média dos últimos valores de demanda. Para sua correta aplicação, o padrão de demanda deve ser estacionário.

$$F_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n}}{n}$$

Onde:

F_t: previsão para o período t;

D_t: demanda no período t;

n: número de observações utilizadas.

Suavização exponencial Simples

Neste método, os valores mais recentes de demanda recebem maior peso no cálculo da previsão. Quanto maior o valor da constante de suavização, maior é o peso da última observação de demanda.

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

onde:

F_t: previsão para o período t;

D_t: demanda no período t;

α : constante de suavização (valor entre 0 e 1).

Suavização Exponencial com Tendência (Método de Holt)

Este modelo é similar ao anterior, porém adiciona-se um componente relacionado à tendência de crescimento.

$$B_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+k} = B_t + kT_t$$

Onde:

D_t: demanda do período t;

B_t: base no final do instante t;

T_t: tendência no final do período t;

α : constante de suavização para base;

β : constante de suavização para tendência;

F_{t+k}: previsão para o período t + k.

Suavização exponencial com tendência e sazonalidade (Modelo Holt Winters)

Este método agrega ao modelo anterior uma componente de sazonalidade. Neste caso, é definido um índice de sazonalidade por período.

$$B_t = \alpha \frac{D_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$I_T = \gamma \left(\frac{D_t}{B_t} \right) + (1 - \gamma)I_{t-L}$$

$$F_{t+k} = (B_t + kT_t)I_{t-L+k}$$

Onde:

D_t: demanda do período t;

B_t: base no final do instante t;

T_t: tendência no final do período t;

I_t : índice de sazonalidade no período t ;

α : constante de suavização para base;

β : constante de suavização para tendência;

γ : constante de suavização para sazonalidade;

F_{t+k} : previsão para o período $t + k$.

Existem ainda outros modelos de projeção histórica: Distribuição de Poisson, Distribuição Binomial Negativa, Modelo Intermitente de Croston, Ajustes a Curva, Box Jenkins (ou ARIMA).

Já os métodos de previsão causais estudam a correlação entre uma variável de resposta e outras variáveis independentes. Os principais métodos causais são:

- Regressão Simples;
- Regressão Múltipla;
- Métodos Econométricos.

2.3.4 Erros de Previsão

Para decidir qual modelo de previsão deve ser utilizado e qual a qualidade deste modelo, é importante analisar os erros de previsão. Estes também devem ser utilizados pelos gestores como uma estimativa do desvio esperado e, dessa forma, poderem avaliar o resultado da previsão na tomada de decisão. Os principais indicadores erros são: Erro Médio (EM), Erro Absoluto Médio (EAM), Erro Percentual Absoluto Médio (EPAM). O cálculo destes indicadores é apresentado a seguir.

Erro Médio - EM

EM é o erro médio da previsão, que tende a zero quando a previsão é não tendenciosa.

$$EM = \frac{\sum_{t=1}^n Ft - Dt}{n}$$

Erro Absoluto Médio

Diferente do EM, o EAM indica o erro médio em módulo. A grande vantagem deste indicador é que o erro fornecido está na mesma medida dos dados da demanda, o que facilita sua compreensão.

$$EAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Ft - Dt|}{n}$$

Erro Percentual Absoluto Médio

EPAM fornece a medida de erro em valores percentuais. É útil para comparar a qualidade de previsão para demandas com tamanhos diferentes.

$$EPAM = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Ft - Dt}{Dt} \right|}{n}$$

Tracking Signal - TS

Corrêa *et al.* (1997) ainda indicam para o controle dos erros de previsão a utilização do *Tracking Signal*. Com este, é possível verificar se o modelo previsão está viesado, pois devem se distribuir em torno do zero, não ultrapassando o intervalo de ± 3 ou ± 4 .

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^n (Ft - Dt)}{\sum_{t=1}^n |Ft - Dt/n|}$$

A Tabela 2.1 apresenta um exemplo do cálculo do *Tracking Signal (TS)*:

Tabela 2.1: Tracking Signal - Adaptado de Corrêa et al. (1997)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Previsão	1000	1200	1000	900	1100	1200
Vendas	900	1350	950	1000	1250	1300
Desvio	100	-150	50	-100	-150	-100
Desvio Acumulado	100	-50	0	-100	-250	-350
Desvio Absoluto	100	150	50	100	150	100
Desvio Absoluto Acumulado	100	250	300	400	550	650
Desvio Absoluto Médio	100	125	100	100	110	108,33
Trackin Signal (TS)	1	-0,4	0	-1	-2,27	-3,23

2.3.5 Classificação e Previsão de Peças de Reposição

A previsão de demanda de peças de reposição envolve diversas variáveis complexas: peças de reposição têm custo elevado, há muitos intervalos sem demanda e os consumidores querem as peças sendo entregues rapidamente (BOTTER & FORTUIN, 2000). Geralmente a demanda por peças de reposição é muito irregular, o que torna a previsão de demanda ainda mais complicada.

Boylan *et al.* (2008) relatam importância da necessidade de classificação dos itens de estoque, tanto para a previsão de demanda e controle de estoques. Porém, formas de classificação têm atraído poucos estudos na literatura acadêmica. Syntetos *et al.*(2009) afirmam que poucos estudos tem considerado implementações de soluções empíricas.

A tradicional classificação de item por demanda baixa e alta não é suficiente. Segundo Botter & Fortuin (2000), há outras formas que complementam esta classificação:

- Importância do item para funcionamento de um sistema;
- Preço;
- Tempo de Entrega;
- Fase no ciclo de vida.

Em seu estudo de caso, Boylan *et al.* (2008) classificaram peças de reposição em quatro categorias:

- *Slow*, peças que possuem demanda baixa e intermitente (muitos zeros nos intervalos), com variabilidade baixa;
- *Lumpy*, itens que possuem demanda baixa intermitente, mas com variações altas;
- *Fast*, peças não intermitentes, com pouca variação entre as demandas;
- *Erratic*, itens não intermitentes, com alta variabilidade entre as demandas.

Para cada uma destas categorias foram escolhidos métodos de previsão e modelos de reposição de estoques. Uma análise crítica que pode ser feita a essa classificação é que os parâmetros por ela estabelecidos são arbitrários, ou seja, estes parâmetros foram escolhidos subjetivamente pelos autores.

Ainda dentro do estudo de peças de reposição questões relativas à introdução e à retirada de produtos se fazem relevantes:

- Para novos produtos, como determinar o primeiro lote de peças de reposição?
- Para componentes cujos produtos foram descontinuados, até quando se deve manter o estoque de peças?

2.4 Gestão de Estoque

Segundo Love (1979), “estoque é qualquer quantidade de produtos ou materiais, sob controle da empresa, em um estado relativamente ocioso, esperando por seu uso ou venda”, ou seja, é uma reserva de um bem tangível que as empresas fazem para consumo ou comercialização.

Freire & Mesquita (2008) classificam os sistemas de estoque em dois tipos. Quando o foco da gestão do estoque está relacionado ao processo de transformação e de transporte, o sistema de estoque pode ser classificado como “sistema de produção e estoques”. Já no caso onde o foco são as atividades e decisões que impactam no nível de estoque e o modelo ou política de estoque utilizado, este pode ser classificado como “sistema de estoque puro”.

Este último, ainda pode ser classificado como sistema de local único, onde o problema está relacionado às decisões de custos de reposição e manutenção e o nível de serviço ao consumidor. Por outro lado, o sistema de múltiplos locais apresenta além dos custos acima mencionados, os custos de transporte e tempos de respostas são de grande importância no sistema.

Para este trabalho de formatura, o sistema de estoque da empresa apresenta características de um sistema de local único, e que, portanto, será o foco desta fundamentação.

Uma forma de se classificar os estoques numa empresa é de acordo com a função que eles apresentam, a saber:

- Pronto atendimento: este estoque permite o atendimento da demanda num menor prazo, em especial, produtos com grande *lead times*;
- Ganho de Escala: ganho de descontos por aquisição de grandes quantidades junto aos fornecedores ou diluição dos custos fixos de produção e/ou transporte;
- Proteção: os estoques que têm a função de proteger a cadeia de suprimentos de falta de itens;
- Antecipação: estoques são utilizados para atender uma demanda futura prevista utilizando a capacidade atual;
- Especulação: os estoques podem ser utilizados para se proteger de aumento em câmbio e no aumento de preços futuros.

Por outro lado, os benefícios trazidos pelo estoque estão associados a custos, que podem ser divididos em:

- Custo de aquisição: preço pago pelos itens em estoque;
- Custo de pedido: custos de processamento do pedido junto aos fornecedores;
- Custo de Armazenagem: relacionado aos custos de infra-estrutura, administração de estoque, custos de oportunidade e custos de perda;

- Custo de falta: custo associado à falta que do produto de estoque quanto é demandado.

Cabe então ao administrador de estoque manter-los num nível tal que não prejudique as operações da empresa, mas que também não acarrete em grandes custos.

2.4.1 Modelos de reposição de Estoque

A demanda apresenta grande influência no giro de estoques, por isso, antes de se escolher um modelo de estoque, deve ser estudada a demanda. Os itens de estoque do setor estudado são de demanda independente, assim, não será detalhado o modelo de estoque para demanda dependente.

Dentro dos modelos de estoque para demanda independente, há dois grandes grupos: os modelos reativos e os baseados em previsão. Os modelos reativos ainda são divididos em revisão continua e revisão periódica. A Figura 2.7 resume os principais modelos de estoque:



Figura 2.7. Modelos de estoque

No modelo de revisão contínua, o nível de estoque é verificado a cada vez em que um item é retirado e é feito um pedido caso o nível esteja abaixo do ponto de pedido. Já no modelo de revisão periódica, o nível de estoque é verificado em intervalos de tempos constantes e este é reposto em seu nível máximo (quantidade necessária para atender a demanda até a próxima verificação).

Há ainda o modelo com previsão de demanda. Este modelo é semelhante ao modelo de revisão periódica, porém, nesse modelo, a compra é feita com base na previsão de demanda. O tamanho do lote de reposição é uma função da demanda prevista até o final do período, que pode ser calculada como a soma do estoque de segurança, mais a previsão da demanda no período de revisão mais o *lead time* de reposição, menos o estoque atual.

Segundo Mesquita (2008), os modelos reativos são mais adequados para itens com demanda estacionária. Já nos casos onde a demanda possui sazonalidade ou tendência, modelos que utilizam previsão de demanda são mais adequados.

3 ANÁLISE DO PROCESSO DE PREVISÃO

Nesta seção, será feita uma descrição do atual processo de previsão de demanda das Peças de Reposição. Em seguida, será apresentada uma análise crítica da situação atual, a fim de verificar os principais pontos que devem ser melhorados. Este capítulo será, portanto, a base do desenvolvimento da solução apresentada no capítulo 4.

3.1 Cadeia de Suprimentos

Para contextualizar o sistema de planejamento de peças de reposição, será feita uma breve descrição sobre a cadeia de suprimentos do setor da linha branca.

De forma geral, o processo de produção pode ser dividido em duas etapas. Primeiramente há um processo de fabricação de componentes e, em seguida, o processo de montagem do produto acabado. Neste processo de fabricação, há tanto o fornecimento de matérias-primas, que sofrerão transformação nas fábricas da Whirlpool, como o de componentes, que serão diretamente utilizados para a montagem final. Após a montagem, os produtos são comercializados para grandes redes de varejo, que atendem ao consumidor final.

Além disso, as fabricantes deste setor devem garantir o abastecimento de peças de reposição para os consumidores finais. Na Whirlpool, o setor Comercial de Peças é o responsável por gerir o abastecimento de componentes. Neste caso, os fornecedores abastecem este setor somente com peças que não sofrerão nenhum tipo de transformação. Também, as plantas da empresas devem fornecer as peças por ela produzidas. Como foi visto no capítulo 1, os clientes deste setor são as Autorizadas, que realizam o conserto de produtos para a Whirlpool, distribuidores independentes (lojas de pequeno porte) e atacadistas que compram e revendem peças de reposição. A Figura 3.1 ilustra o processo descrito acima.

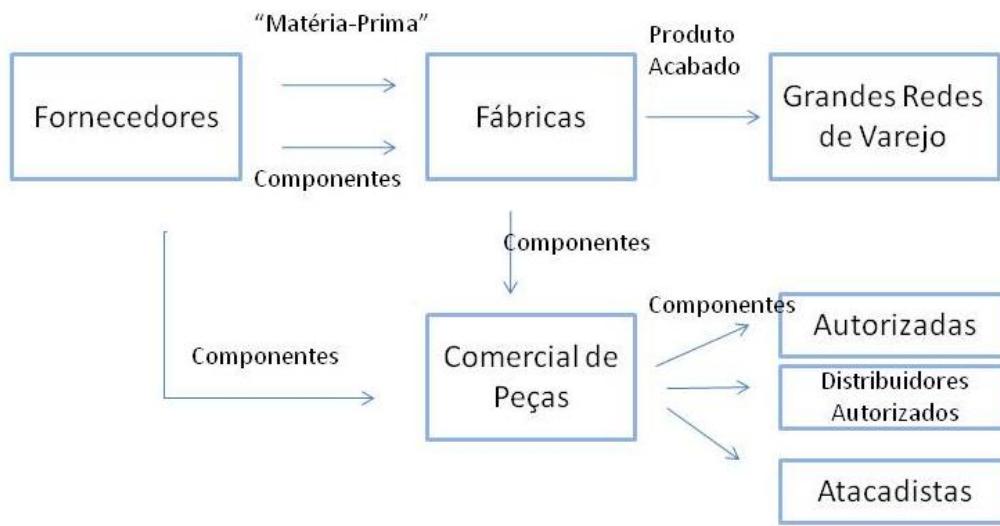


Figura 3.1. Processo de Abastecimento Produtos Acabados e Peças de Reposição

Na empresa estudada, o setor de PIVO é o responsável por realizar o planejamento da produção, sendo o responsável pela compra de componentes e matéria-prima, que devem atender tanto as fábricas como o setor Comercial de Peças.

3.2 Sistema de Planejamento de Peças de Reposição

Como foi visto, o Comercial de Peças é o responsável por atender os clientes que compram as peças de reposição. Este setor precisa, portanto, necessita prever a demanda para os próximos meses e passar essa previsão ao setor de PIVO, que deve fornecer os componentes requisitados. Esta seção apresentará como é realizado o planejamento do atendimento a demanda deste setor.

Para o planejamento da reposição das peças, inicialmente é feita uma classificação, de acordo com a seguinte regra:

- D0: peças recém cadastradas e que, portanto, não possuem nenhum histórico;
- D1: itens que foram vendidos nos 3 últimos meses (ou menos) dos últimos doze meses;
- D2: itens que, nos últimos 12 meses, foram vendidos apenas em até 6, 7 ou 8 meses;

- D3: itens que foram vendidos em 9 meses ou mais dos últimos 12 meses;
- D4: itens que não foram vendidos nos últimos 3 meses, ou mais, dos últimos 12 meses.

Para esclarecer melhor esta classificação, Figura 3.2 a seguir mostra exemplos de demandas peças de reposição destas classificações:

Mês n-12	Mês n-11	Mês n-10	Mês n-9	Mês n-8	Mês n-7	Mês n-6	Mês n-5	Mês n-4	Mês n-3	Mês n-2	Mês n-1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	✓	✓	D1
✓	0	0	✓	✓	0	✓	✓	0	0	✓	✓	D2
✓	✓	0	✓	✓	0	✓	✓	0	✓	✓	✓	D3
✓	✓	✓	✓	0	0	0	0	0	0	0	0	D4

✓ Houve Venda no Mês i

0 Não houve Venda no Mês i

Figura 3.2. Classificação do ciclo de vida da peças de reposição

Com estes critérios, os responsáveis pelo planejamento acreditam que estão classificando as peças de reposição de acordo com seu estágio no ciclo de vida do produto. Assim, itens D0 e D1 são itens que estariam na fase de introdução, itens D2 na fase de crescimento, D3 na fase de maturidade e itens D4 que estão na fase de declínio.

De acordo com esta classificação, é determinado qual será o processo de reposição de estoque. Itens D0 são repostos de acordo com o MTO (*Make to Order*), ou seja, um item D0 só será reposto quando houver uma ordem de compra de algum cliente. Itens D1 e D4 são repostos com modelo de reposição baseado em previsão.

Já os itens D2 e D3, são divididos em grupos de acordo com o giro (A, B ou C), com a repetitividade e previsibilidade (acuracidade da previsão). De acordo com estas novas classificações, cada grupo de produtos terá um modelo de gestão de estoques, que podem ser: Ponto de Ressuprimento, Revisão Periódica, Estoque Máximo ou Modelo de Previsão baseado em previsão.

Infelizmente, a forma como os itens D2 e D3 são divididos e como é feita a escolha do modelo de gestão de estoque para cada grupo não podem ser detalhados, pois fora um trabalho feito por uma consultoria externa, que não permite a divulgação da metodologia. Apenas pode ser informado que itens D2 e D3 que possuem alta repetitividade, alta previsibilidade de giro A e B são repostos com base na Previsão de Demanda.

Para a geração dos valores da previsão nos quais serão repostos os itens, o setor Comercial de Peças é responsável por esta previsão da demanda. Ou seja, este setor fica responsável por prever:

- Itens D1
- Itens D4
- Itens D2 e D3, com alta repetitividade e alta previsibilidade de giro A e B.

3.3 Sistemática da Previsão do Setor Comercial de Peças

Aqui será descrito como é a atual sistemática de previsão de demanda feita pelo Comercial de Peças.

Depois de classificados de acordo com o item anterior, os dados destes itens são exportados para uma planilha do MS Excel, que é o software que faz interface com o *Forecast Pro Unlimited*, utilizado para gerar a previsão de vendas.

Como pode ser verificado em seu manual de referência estatística, o *Forecast Pro Unlimited* possui os seguintes métodos estatísticos de previsão:

- Média móvel simples;
- Modelo Intermitente de Croston;

- Suavização Exponencial;
- Distribuições discretas;
- Ajuste de curvas;
- Box-Jenkins (ou ARIMA).

O usuário do *Forecast Pro* tem a opção de escolher que método será utilizado para cada um de seus produtos, ou deixar com o que o programa gera a melhor previsão (seleção especialista). Esta é definida através de um algoritmo do programa que escolhe o melhor método baseado em lógicas internas. No caso do setor Comercial de Peças, o programa é utilizado na opção seleção especialista.

A seguir tem-se um exemplo dos resultados gerados pelo *Forecast Pro* para o item “TIRANTE 20”.

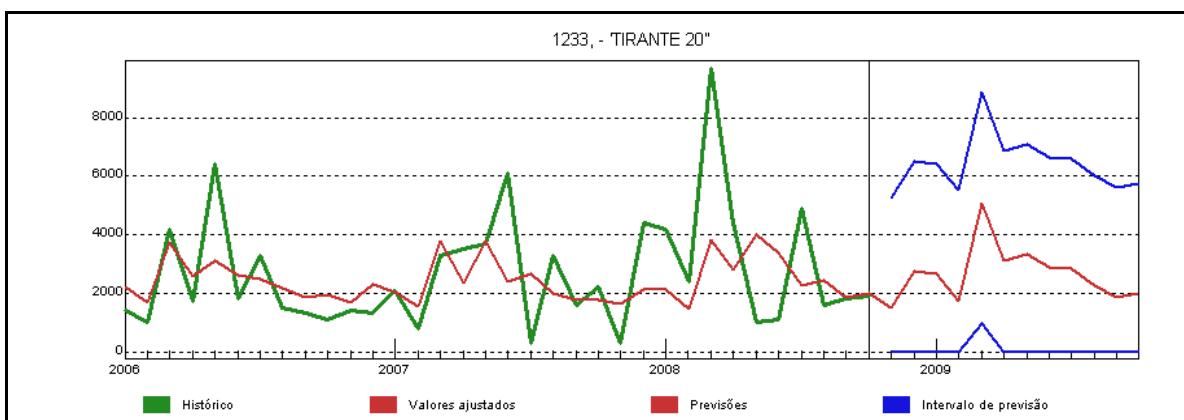


Figura 3.3. Exemplo de gráfico gerado pelo *Forecast Pro*

O *Forecast Pro* gera, primeiramente, um gráfico com os dados do histórico de vendas do produto (linha verde). Com esses dados, utilizando algoritmos internos, ele escolhe um modelo de previsão para a peça (linha vermelha). Por fim, com o modelo escolhido é feita a previsão para um período determinado pelo usuário, bem como um intervalo de confiança (linhas azuis).

Também, é gerado um relatório, onde são descritos detalhes do modelo escolhido, estatísticas da amostra e os dados da previsão, como pode visto na Figura 3.4. Porém, esse relatório não é utilizado pelo usuário do sistema devido a sua complexidade e devido a grande quantidade de item que o usuário gera previsões.

Relatório de Previsão para 1233,

TIRANTE 20"
Exemplo_FP > 1233,

Seleção Especialista

Usando regras baseadas em lógica a escolha foi limitada entre suavização exponencial e Box-Jenkins.

A série é muito curta para considerar Box-Jenkins.

Será usado a Suavização Exponencial.

Detalhes do modelo

Seleção especialista

Suavização exponencial: Sem tendência, sazonalidade aditiva

NA(0,016; 0,210)

Componente	Peso da suavização	Valor Final
Nível	0,01644	2659
Sazonal	0,2099	
Índices Sazonais		
Janeiro - Março	-6,311	-916,3
Abril - Junho	444,1	667,9
Julho - Setembro	175,9	-406,8
Outubro - Dezembro	-690	-1175
		71,4

Estatísticas da amostra

Sample size	34	No. de parâmetros	2
Média	2676,47	Desvio Padrão	2009,23
R-quadrado	0,16	Ajustes. R-square	0,14
Durbin-Watson	2,11	Ljung-Box(18)	14,9 P=0,33
Erro de Previsão	1865,4	BIC	2007,48
MAPE	86,29	RMSE	1809,71
MAD	1312,57		

Dados de previsão

Data	2,0 Inferior	Previsão	Trimestral	Anual	97,0 Superior
2008-Nov	0	1484,25			5259,91
2008-Dez	0	2730,6	6114,85	37214,85	6506,77
2009-Jan	0	2652,89			6429,57
2009-Fev	0	1742,91			5520,1
2009-Mar	968,55	5093,64	9489,44		8871,34
2009-Abr	0	3103,3			6881,51
2009-Mai	0	3327,14			7105,86
2009-Jun	0	2877,79	9308,22		6657,02
2009-Jul	0	2835,11			6614,85
2009-Ago	0	2252,4			6032,65
2009-Set	0	1841,18	6928,68		5621,94
2009-Out	0	1969,22			5750,49
Total		31910,41			
Média		2659,2			
Mínimo		1484,25			
Máximo		5093,64			

Figura 3.4. Exemplo de relatório do Forecast Pro

Assim, com o auxílio deste *software*, são geradas as previsões mensais para os próximos três meses.

Para a avaliação da qualidade da previsão o setor de Comercial de Peças utiliza a seguinte fórmula:

$$\text{Acurácia} = 1 - \frac{|\text{Previsão} - \text{Real}|}{\text{Maior}(\text{Previsão}; \text{Real})}$$

Onde:

Previsão: Quantidade prevista para o período;

Real: Quantidade vendida no período.

A Figura 3.5 resume a sistemática atual de previsão de demanda.

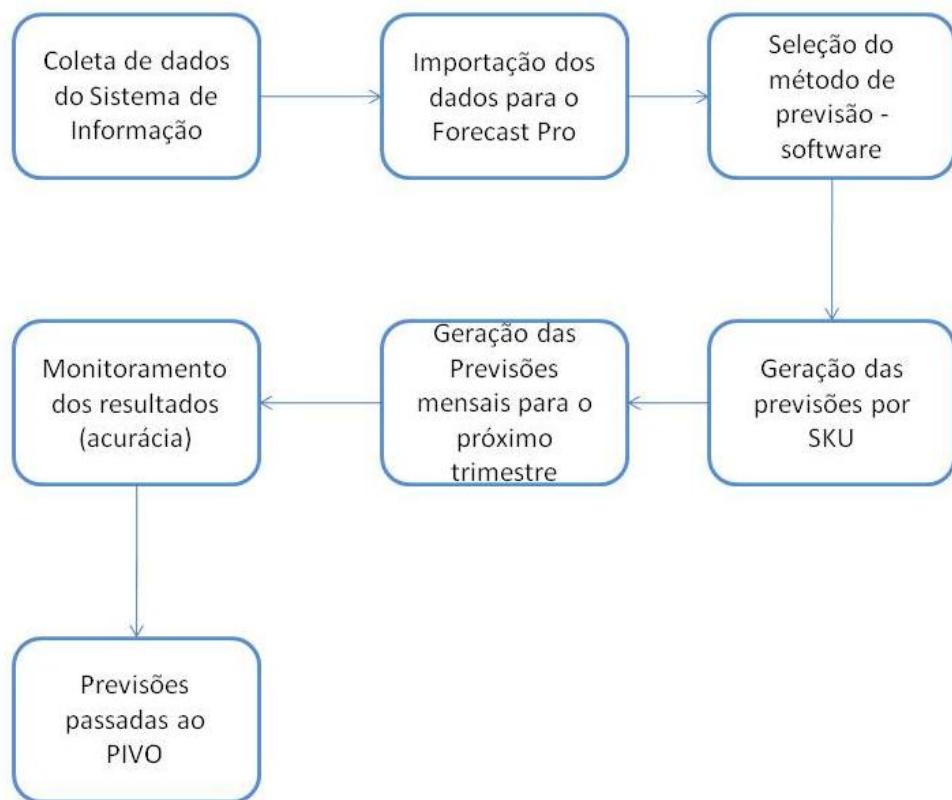


Figura 3.5. Sistemática Atual de Previsão de Demanda

3.4 Diagnóstico

Nesta parte serão descritas os problemas encontrados no atual processo de previsão de demanda e reposição de estoques deste setor.

O primeiro problema encontrado foi a forma de classificação das peças de reposição em D0, D1, D2, D3 e D4. Primeiramente, os critérios de classificação não são claros, pois muitos produtos podem não se encaixar em nenhuma das categorias, ou muitos produtos podem ser classificados em mais de uma categoria.

Suponha por exemplo que um item teve demanda em todos os meses dos 4 últimos. Pelo critério estabelecido não fica claro se o este item deve ser classificado como um item D1 ou D2. Dessa forma corre-se o risco de classificar itens com o mesmo comportamento de demanda em categorias diferentes.

Há ainda outras ambigüidades geradas por esta classificação. Imagine que um item não teve demanda nos últimos 3 meses, mas teve demanda em todos os outros meses. Utilizando o critério, não se sabe claramente se o item deve estar na categoria D3 ou D4.

Além da ambigüidade gerada por este critério, outro problema está na relação destas categorias com o ciclo de vida do produto. Para os gestores deste setor, cada faixa de classificação está relacionado a uma etapa do ciclo de vida das peças de reposição. Como foi dito, itens D0 e D1 são itens que estariam na etapa de introdução do produto, D2 na etapa de crescimento, D3 seria um item na maturidade e D4 um item na fase de declínio.

Através da análise desta classificação, pode-se verificar que tal relação não existe. Será mostrado um exemplo que mostra a incoerência de relacionar esta classificação com o ciclo de vida de um item. Suponha que um determinado item teve uma demanda nos 23 últimos meses conforme mostrado na Figura 3.6.

Mês	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Demandas	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10
Classific.									D1			D2				D4						D1		

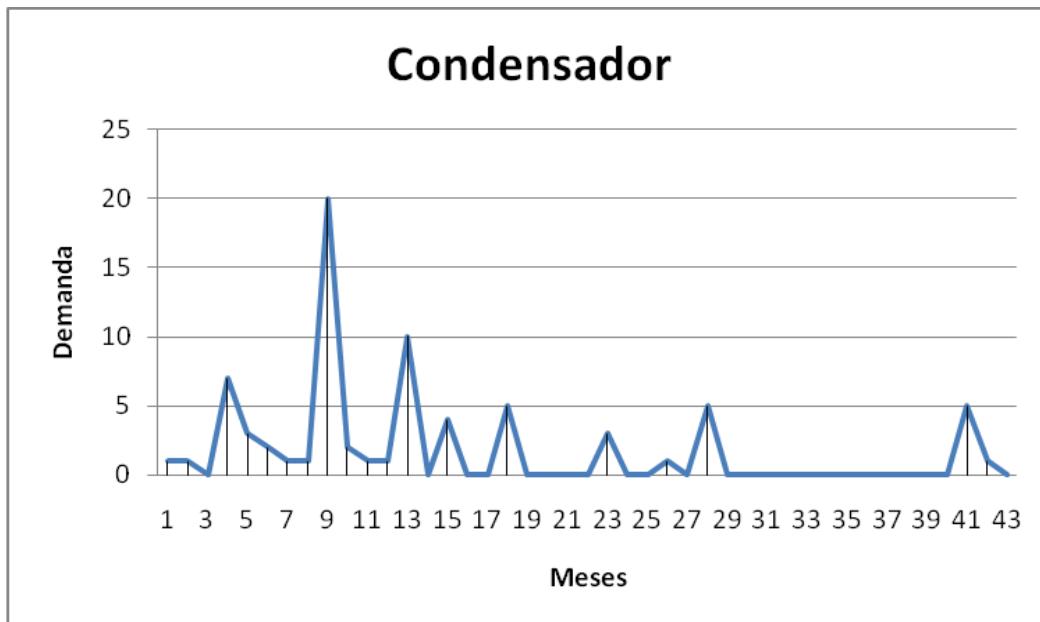
Figura 3.6. Exemplo de Classificação

Como pode ser verificado, há 15 meses atrás este item estava classificado na categoria D1. Passado mais 3 meses em que houve demanda, este passou a ser classificado como D2. Nos outros seis meses, não houve demanda e, de acordo com o critério estabelecido, ele passou a ser D4. Há dois meses atrás esse item teve demanda novamente, sendo na data atual classificado como D1.

O item que estava na fase de introdução, passou para fase de crescimento e não passou pela fase de maturidade sendo (D3). Após isto passou a ser D4, que seria o fim do ciclo de vida, mas voltou a ser D1 novamente. Com este exemplo, vê-se que não é possível a relação entre essa classificação e o ciclo de vida do produto.

O Gráfico 1 mostra o comportamento da demanda de um dos condensadores comercializados por este setor. No mês mais atual (43), este item foi classificado na categoria D1, porém em meses atrás ele foi classificado com D1 e posteriormente como D4.

Gráfico 1. Demanda Condensador



Esses dois exemplos mostram que de fato não há relação entre o ciclo de vida do produto e a classificação utilizada por este setor. Um problema que resulta dessa classificação está na previsão de itens D4. Quando um item está nessa categoria, não significa necessariamente que ele está na fase de declínio. Sendo assim, o responsável pela previsão

encontra problemas para prever estes itens, pois ele fica na dúvida entre utilizar a previsão gerada pelo software que pode ser alta e este item não mais vendas, ficando produtos no estoque que não serão consumidos, ou diminuir a previsão do software, mas correr o risco ter custos de falta, devido ao não atendimento da demanda. Além do mais, com esta classificação não é possível saber se os itens devem ou não permanecer em estoque.

Outro problema encontrado é a previsão dos itens da categoria D1. Por não haver quantidade de dados suficientes, o responsável tem dificuldade para gerar previsão de demanda para estes itens.

O monitoramento dos erros é um item a ser melhorado. Primeiramente, a utilização da acurácia, tende a diminuir os erros de previsão, uma vez que o denominador da previsão é o maior valor entre as vendas e o previsto. Além disso, esse erro é utilizado para avaliação externa desse setor, não sendo utilizado para tomar decisão com relação a alteração dos valores das previsões geradas pelo *Forecast Pro* e para determinar a necessidade bruta de materiais.

Conclui-se então que, através da análise crítica do atual processo, há diversas oportunidades de melhoria pois esta apresenta diversos problemas que são:

- Classificação de itens é ambígua;
- Relação equivocada entre ciclo de vida e a classificação estabelecida;
- Dificuldade de previsão de itens com pouco histórico (D1);
- Não é possível saber quando um item deve ser retirado do estoque;
- Não utilização dos erros de previsão para estabelecer a necessidade bruta de materiais.

Feita a análise crítica do processo atual, foi elaborada a solução para melhoria deste processo. O desenvolvimento da solução foi dividido em três grandes etapas:

- Elaboração de nova forma de classificação;
- Elaboração do novo processo de previsão;

- Desenvolvimento do sistema de apoio a previsão e controle de estoques.

O próximo capítulo apresenta a solução desenvolvida neste trabalho.

4 PROPOSTA DE CONTROLE DE ESTOQUES

Este capítulo apresenta a solução proposta para o problema formulado no capítulo 3. Primeiramente, será mostrada a nova forma de classificação dos materiais da empresa. Com base nesta classificação, foram elaborados testes para monitoramento dos erros. Por fim, será apresentado o sistema desenvolvido para auxiliar a tomada de decisão com relação à reposição de estoques.

4.1 Nova Classificação

Com o intuito de melhorar a atual sistemática de controle de estoques utilizada na empresa, foi elaborada uma nova forma de classificação dos materiais que será apresentada nesta seção.

Nesta nova classificação, os itens são divididos em três grandes grupos: itens “ativos”, itens “semi-ativos” e “inativos”:

- Itens ativos: peças que ainda abastecem a linha de produção.
- Itens semi-ativos: peças que são fabricadas apenas para o mercado de reposição.
- Itens inativos: peças que não são mais fabricadas.

Dessa forma, inicialmente as peças entram no estoque como itens ativos. Para passarem a serem considerados como itens ativos, os produtos que utilizam essas peças como componentes devem sair de linha de produção.

Os itens ativos são divididos em 4 categorias, relacionadas à idade do item (data de ativação):

- E1: itens com menos de 3 meses de idade;
- E2: itens com 4 a 12 meses de idade;
- E3: itens com 12 a 24 meses de idade;
- E4: itens com mais de 24 meses de idade.

Já os itens semi-ativos são divididos em duas categorias, relacionadas ao momento em que os produtos acabados que utilizavam estes itens saíram de linha:

- E5: itens que são fabricados exclusivamente para o mercado de reposição e estão nesta categoria por um período menor que 96 meses;
- E6: itens que permaneceram na categoria E5 por 96 meses.

A Figura 4.1 apresenta a estrutura da nova classificação.

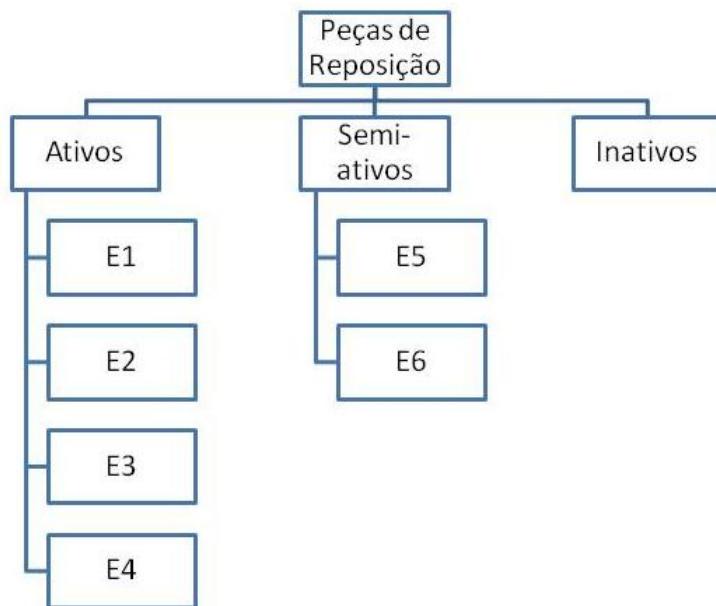


Figura 4.1. Nova Classificação

Como pode ser verificada, essa classificação é inequívoca, ou seja, não há ambigüidades de classificação como havia anteriormente. Além disso, esta classificação é progressiva, ou seja, um item E1 passará a ser item E2, e este passará a ser um item E3 e, posteriormente, E4 e assim por diante. Não há, dessa forma, retornos de categorias como havia na classificação anterior.

Com essa classificação, torna-se mais objetivo o controle de estoques, pois até a categoria E5, o item ainda deve ter a reposição de peças garantida, tendo em vista que produtos da linha branca devem ser repostos por até 8 anos após o término de produção de produtos acabados. Já itens E6 podem ser ainda comercializados se for interesse da empresa, ou seja, se houver demanda por aquele item, sendo sua comercialização ainda viável economicamente.

De forma complementar a essa classificação, cada categoria pode ser subdividida em outras 5, conforme o tamanho da demanda dos últimos meses.

Sendo $m = \text{menor}(6, \text{idade do item})$ e d a demanda média, tem-se:

- Zero: item com $d = 0$, nos últimos “ m ” meses;
- Baixíssima: item com $0 < d \leq 5$, nos últimos “ m ” meses;
- Baixa: item com $5 < d \leq 20$, nos últimos “ m ” meses;
- Média: item com $20 < d \leq 100$, nos últimos “ m ” meses;
- Alta: item com $d > 100$ nos últimos “ m ” meses.

Para realizar os testes necessários a este trabalho, a empresa forneceu a base com os dados de vendas das peças de reposição. O arquivo fornecido continha os códigos das 14123 peças do escopo do trabalho e o histórico de vendas referentes ao período de Janeiro de 2006 à Setembro de 2009. Porém, na base de dados da empresa falta a informação da data de cadastro dos itens.

Com essa base e com auxílio do *software* MS Excel, foi feita a nova classificação. É importante ressaltar que, por não haver a informação da data de lançamento do item, foi adotado que a data lançamento seria a primeira data em que houve demanda por aquele item.

Suponha-se que analisando a demanda por reposição de um item, este tenha apresentado demanda zero nos seis primeiros meses e que no sétimo mês ocorreu a primeira demanda por aquele item. Com a data mais antiga da base de dados é Janeiro de 2006 e a primeira demanda ocorreu sete meses depois, foi adotado como critério que a data de nascimento do item é Julho de 2006.

Além disso, como os dados referentes à utilização dos itens nas plantas ainda não estavam disponíveis, não foi possível classificar os itens nas categorias E5 e E6 para os testes realizados neste trabalho. Neste sugere-se que haja no registro da peça a informação da data em que um item tornou-se “semi-ativo”.

Utilizando esses critérios, foi feita a classificação dos itens considerando a data de dezembro de 2008. A distribuição de itens em cada categoria pode ser verificada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Quantidade de itens por categoria em Dezembro de 2008

	Zero	Baixíssima	Baixa	Média	Alta	Total	%
E1	1252	442	23	14	4	1735	12%
E2	338	882	162	104	46	1532	11%
E3	654	1114	340	210	81	2399	17%
E4	1456	3708	1468	1104	721	8457	60%
Total	3700	6146	1993	1432	852	14123	100%
%	26%	44%	14%	10%	6%	100%	

Pelo critério estabelecido, pode-se notar que houve uma distorção da classificação. Grande parte dos itens que não tinham demanda até dezembro de 2008 foram classificados como E1, representando aproximadamente 10% do total de itens de reposição. Além do mais, pode-se verificar que houve muitos itens classificados como E4 com tamanho de demanda igual a zero nos últimos 6 meses. Muito provavelmente, grande parte dos itens assim classificados pode estar no fim do ciclo de vida e que podem não mais ter demanda significativa.

Essa classificação é dinâmica, ou seja, todo mês deve ser refeita e muitos itens podem mudar de categoria. Para efeito ilustrativo, foi feita novamente a classificação dos itens em Agosto de 2009, que está apresentada na Tabela 4.2.

Como podem ser verificadas, as principais mudanças foram a diminuição da quantidade de itens em E1 e o aumento de itens na categoria E4.

Tabela 4.2. Quantidade de itens por categoria em Agosto de 2009

	Zero	Baixíssima	Baixa	Média	Alta	Total	%
E1	71	565	21	24	8	689	5%
E2	341	828	158	97	61	1485	11%
E3	660	1069	296	210	103	2338	17%
E4	2043	4194	1494	1087	793	9611	68%
Total	3115	6656	1969	1418	965	14123	100%
%	22%	47%	14%	10%	7%	100%	

4.2 Testes

Para o período de Janeiro a Julho de 2009, foram realizadas as previsões de demanda geradas pelo *software* de previsão utilizado pela empresa (*ForecastPro Unilimited*). Para cada mês, foram utilizados os dados de vendas dos meses anteriores e foi feita a previsão para o mês em questão. Por exemplo, para gerar a previsão do mês de Março de 2009, foi utilizado o histórico de dados que até data de Fevereiro de 2009. A previsão gerada para este mês foi então comparada com o realizado em Março de 2009.

Procurou-se, então, avaliar os erros de previsão a partir do EAM. A Tabela 4.3, apresenta o EAM dos itens divididos por faixa.

Um fato conhecido e que se observou neste caso, é que o EAM acaba não fornecendo a informação adequada para se trabalhar tanto com itens de demanda baixa e itens com demanda alta ao mesmo tempo. Suponha que um item teve o realizado igual a 1000 e sua previsão seja de 900 unidades. Neste caso, o EAM é de 100 unidades, quando percentualmente o erro foi de 10%. Já um item que teve realizado igual a 10 e a previsão igual a 9, o EAM é de apenas uma unidade, quando percentualmente o erro foi de, novamente, 10%. Nesse caso, itens com tamanhos maiores de demanda tendem a apresentarem EAM maiores.

Como tentativa de deixar os erros na mesma base, foi calculado o EPAM. A Tabela 4.4 apresenta a quantidade de item dividido por faixas percentuais. Nela, podemos observar algumas distorções de resultados que o EPAM gera. Primeiramente, por haver muitos produtos com o realizado igual a zero, estes produtos apresentam EPAM valor infinito ou com valor indefinido (zero divido por zero).

Por exemplo, caso um item tenha a sua venda igual a uma unidade e sua previsão fosse igual a zero, o erro de previsão seria de 100%. Mas se a previsão fosse igual a uma unidade e o realizado igual zero, o erro de previsão neste caso o erro seria infinito. Percebe-se dessa forma, que apesar da diferença entre realizado e previsto ser a mesma em módulo, os erros de previsão são drasticamente diferentes pelo cálculo do EPAM.

De forma a contornar esta situação e proporcionar uma avaliação adequada dos erros de previsão, este trabalho de formatura sugere uma nova forma de avaliação de erro. Este erro será chamado de EPAM*. Será utilizada a seguinte nomenclatura:

- F_t : Previsão do período t ;
- D_t : Demanda do período t ;
- n : Números de períodos;
- E_t : Erro percentual do período t .

De forma similar ao EPAM, o EPAM* será calculado pela média dos erros percentuais em cada período, como pode ser visto na equação a seguir:

$$EPAM^* = \frac{\sum_1^n E_t}{n}$$

Porém, erro de cada período será assim calculado:

- Se $D_t = 0$, então:
 - Se $F_t = 0$, então $E_t = 0$.
 - Senão, $E_t = |F_t - 1|$ ¹
- Senão, $E_t = |F_t - D_t| / D_t$

Definida a fórmula do EPAM*, foram calculados os erros de previsão para o período de teste. Estes erros encontram-se na Tabela 4.5. Observa-se que não foram mostrados os itens E1, pois como será visto estes itens não terão previsão de demanda, sendo assim, não faria sentido calcular o erro de previsão para estes itens.

Verifica-se que grande parte dos erros que era indefinida no cálculo do EPAM, agora possui erro igual a zero. Este valor é mais coerente, uma vez que, sendo a previsão e o realizado iguais a zero, o erro de previsão deve ser igual a zero. Dessa forma, a utilização do EPAM* permite uma melhor avaliação do erro quando há pelo menos uma demanda nula na demanda efetiva.

¹ Para este caso, a considerou-se a $D_t = 1$.

Tabela 4.3. EAM

EAM	E1					E2					E3					E4					Total	%
	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto		
0 <= EAM < 5	1107	385	4	0	0	336	842	55	1	0	647	1070	167	6	0	1393	3461	573	26	0	10073	71,3%
5 <= EAM < 20	84	43	6	2	0	1	36	93	47	1	6	43	161	143	4	45	234	804	556	7	2316	16,4%
20 <= EAM < 100	48	9	12	8	1	1	4	11	53	26	1	1	12	58	52	14	13	88	496	360	1268	9%
100 <= EAM < 1000	13	4	1	4	3	0	0	1	3	15	0	0	0	3	23	4	0	3	26	330	433	3,1%
1000 <= EAM < 15000	0	1	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	24	33	0,2%
Total	1252	442	23	14	4	338	882	162	104	46	654	1114	340	210	81	1456	3708	1468	1104	721	14123	100%

Tabela 4.4. EPAM

EPAM	E1					E2					E3					E4					Total	%
	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto		
0 <= EPAM < 10%	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	3	0	0	2	5	6	20	0%
10% <= EPAM < 30%	0	1	4	1	1	0	2	19	37	22	0	13	37	72	48	0	29	77	156	243	762	5%
30% <= EPAM < 50%	4	18	3	5	2	0	34	35	17	6	0	61	83	46	16	0	98	211	242	202	1083	8%
50% <= EPAM < 100%	32	53	5	2	0	0	58	36	15	8	0	82	67	40	7	1	182	331	282	151	1352	10%
EPAM >=100%	12	21	3	1	0	1	18	19	13	6	0	32	58	27	4	0	88	283	190	87	863	6%
EPAM = Indefinido	1204	349	8	5	1	337	770	53	21	3	654	926	95	23	3	1455	3311	564	229	32	10043	71%
Total	1252	442	23	14	4	338	882	162	104	46	654	1114	340	210	81	1456	3708	1468	1104	721	14123	100%
%	9%	3%	0%	0%	0%	2%	6%	1%	1%	0%	5%	8%	2%	1%	1%	10%	26%	10%	8%	5%	100%	

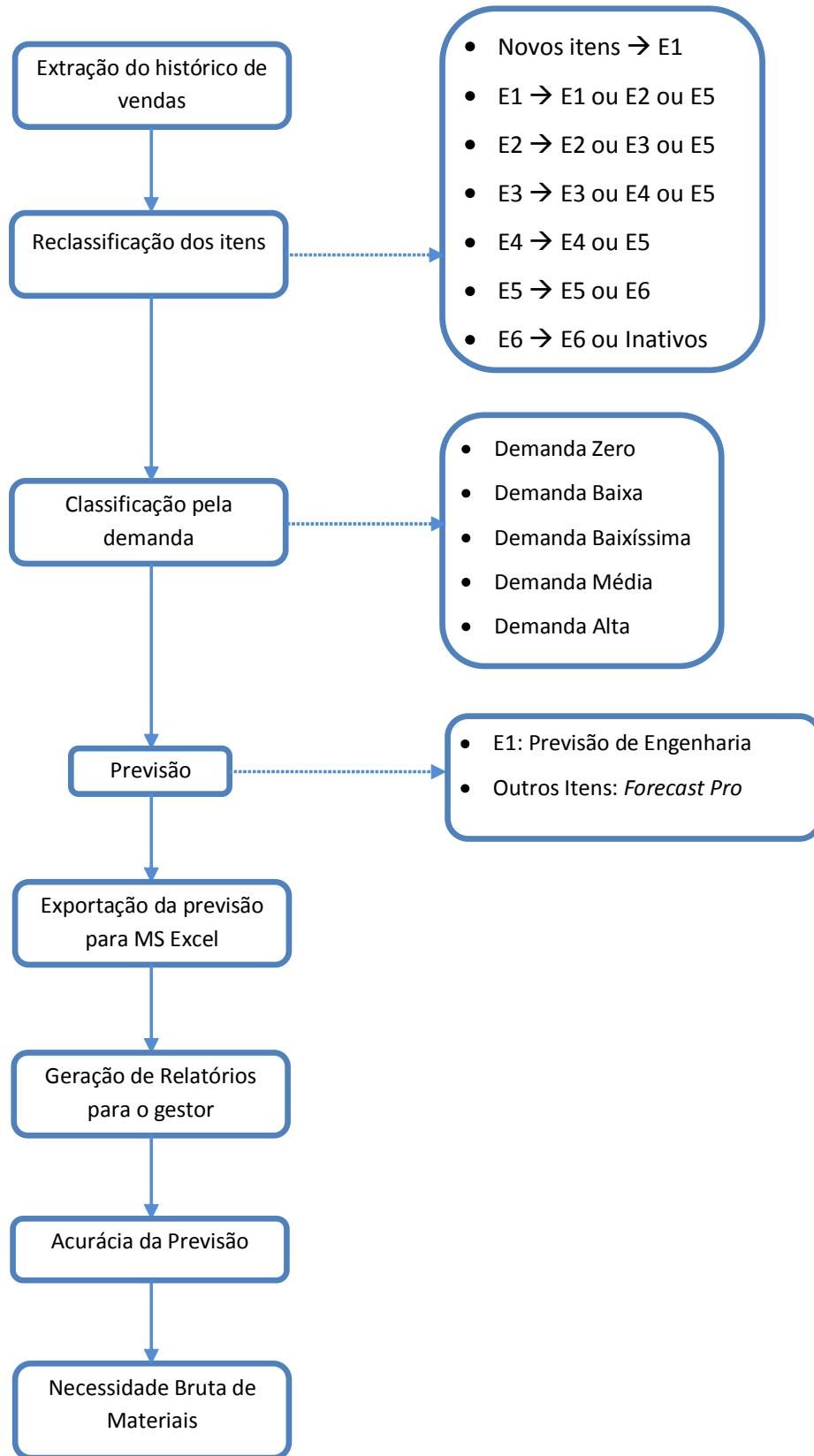
Tabela 4.5. EPAM*

EPAM*	E2					E3					E4					Total	%
	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto	Zero	Baixíssimo	Baixo	Médio	Alto		
0 <= EPAM* < 10%	232	261	3	1	1	441	209	1	2	3	908	660	3	5	6	2736	22%
10% <= EPAM* < 30%	74	177	20	37	22	137	216	37	72	48	283	823	79	156	243	2424	20%
30% <= EPAM* < 50%	21	155	35	17	6	45	217	84	46	16	96	656	212	243	203	2052	17%
50% <= EPAM* < 100%	9	236	42	15	8	19	357	78	40	7	69	926	364	285	151	2606	21%
EPAM* >= 100 %	2	53	62	34	9	12	115	140	50	7	100	643	810	415	118	2570	21%
Total	338	882	162	104	46	654	1114	340	210	81	1456	3708	1468	1104	721	12388	100%

4.3 Proposta da Sistemática de Previsão

Nesta seção é apresentada a nova rotina de previsão de demanda. Esta será realizada mensalmente e deve ser rodada nos 5 primeiros dias úteis de cada mês. A previsão deve ocorrer neste período, pois as vendas do mês passado já estão consolidadas e é nesse período que devem ser entregues as necessidades brutas de materiais.

A Figura 4.2 apresenta o fluxograma dessa nova sistemática.

**Figura 4.2. Fluxograma da nova sistemática**

A primeira etapa dessa nova sistemática consiste na extração do histórico de vendas consolidado. Esta etapa é similar ao que já acontece atualmente. Porém, a planilha com o histórico de vendas deve ser guardada até a nova roda no mês seguinte, pois será utilizada na próxima etapa, explicada a seguir. A Figura 4.3 mostra parte do relatório com o histórico de vendas.

Sugere-se que na base dados da empresa, haja um campo que indique a “semi-ativação” do item, em outras palavras, deve haver uma coluna que mostre ao usuário que um determinado item está ou não está sendo utilizado na planta. Também deve haver uma coluna que indique a data de “semi-ativação”.

	A Material	B Description	C Data de Cadastro	D JAN 20	E FEV 20	F MAR 20	G ABR 20	H MAI 20
1	326049478	MAGNETRON 2M167B-M16J1 - PANASONIC	jan-06	10		255	250	331
2	326043101	PRESILHA RODAPE (C+F)	jan-06	410	1.010	758	300	1.110
3	326031817	CJ MANGUEIRA DRENAGEM-D.25MM-COMP 2300MM	jan-06	159	125	130	175	125
4	326025366	MATA JUNTA INFERIOR	jan-06	760	1.379	1.590	1.590	450
5	326015968	CHAVE INVERSORA INVENSYS	jan-06	2.420	1.083	1.938	2.485	335
6	326055047	CAPA QUEIMADOR SEMI RAP ESMALTADO	abr-07					
7	326063783	PÉ DO PRODUTO DE BORRACHA	nov-07					
8	199710	CHAVE 2 TECLAS (VELOC+NIV) NP 033C	jan-06	170	539	275	855	205
9	326066913	KIT TRANSFORMACAO 4B MID	set-07					
10	326035078	REGISTRO RAMAL GN	mar-07					
11	326065738	PE NIVELADOR	jun-07					
12	326000901	PRESSOSTATO 2 NIVEIS BAIXA CORRENTE	jan-06	421	903	615	205	504
13	326040371	PUXADOR CRA/CVU GW	jan-06	14	29	40	19	31
14	326005410	MODULO DE POTENCIA 127V - CONTROLE HIGH	jan-06	339	296	333	447	453
15	326051082	FUSIVEL PRINCIPAL 250V 8A	jan-06	3	12	10	56	115
16	326024881	CJ VARETA SUSP "U" PNEUMATICA C/GRAXA 6KG	jan-06	16	16	16	12	24
17	326026281	CABECEIRA SUPERIOR BR EW	mai-06					22
18	20051	LAMPADA -220 V	jan-06	664	517	579	1.326	573
19	320510	CAPA DO BOTAO BRANCO	jan-06	450	300	750	750	450
20	411647	PLACA INTERFACE	jan-06	237	218	195	225	131
21	401544	ISOLACAO DO RETORNO DE AR	jan-06	1.710	765	2.300	480	1.610
22	326066822	CJ GAXETA 30"	set-07					
23	326007115	VALV SIMPLES 220/60 1 ENT/2 SAIDAS	jan-06	285	409	455	219	484
24	326023146	CAPA QUEIMADOR SEMI RAPIDO	jan-06	339	379	344	366	290
25	326066648	TANQUE/GABINETE SOLDADO G2,G3,G4	abr-08					
26	944020400	AGITADOR SUPER-21247	jan-06	150	110	150	330	90
27	139297	CONJUNTO EIXO AGITADOR	jan-06	451	476	728	362	700
28	326061422	CONTR ELETR CJ KIR. LOW 240V (BTRF0144)	jul-07					

Figura 4.3. Relatório do Histórico de vendas

O segundo passo trata-se do registro da data de nascimento de novos itens. Para tanto, utilizando a planilha do mês vigente e do mês passado, será feita uma busca (função PROCV do Excel) de todos os itens. Caso algum item esteja no mês atual e não esteja no mês passado, será registrada a data de nascimento do item como sendo o mês atual.

O certo seria incluir esta informação vai SAP e exportar para o Excel, porém como não há essa informação, para os itens que já estiverem na base de dados antes do mês de novembro, a data de nascimento será estabelecida de acordo com o critério fixado no item 4.1. Ou seja, a data lançamento é a primeira data em que houve demanda por um determinado item

A seguir tem-se um exemplo de como pode ser feito esse registro. Suponha que em Setembro de 2009, havia os itens que estão na Figura 4.4.

	A	B	C
1	Material	Description	Data de cadastro
2	1233	TIRANTE 20"	mai-06
3	1301	CONJUNTO SACO ACESSORIOS	mai-06
4	1361	RECIPIENTE DE AMACIANTE	abr-06
5	1416	CHICOTE SUPERIOR CLEAN	jan-06
6	1487	CONJUNTO CAIXA DE ENGENAGEM COMPL	fev-08
7	1778	PRESSOSTATO FIXO 1 NIVEL 127/60	jan-06
8	1786	MOLA DO MANIPULADOR	set-07

Figura 4.4. Exemplo registro da data - Setembro 09

Suponha ainda que, passado para o mês de outubro foram cadastrados mais 2 itens, como pode ser visto na Figura 4.5 (destacados em amarelo).

	A	B	C
1	Material	Description	Data de cadastro
2	1233	TIRANTE 20"	mai-06
3	1301	CONJUNTO SACO ACESSORIOS	mai-06
4	1361	RECIPIENTE DE AMACIANTE	abr-06
5	1416	CHICOTE SUPERIOR CLEAN	jan-06
6	1487	CONJUNTO CAIXA DE ENGENAGEM COMPL	fev-08
7	1778	PRESSOSTATO FIXO 1 NIVEL 127/60	jan-06
8	1800	CONJUNTO TAMPA MOVEL BRANCA CLEAN	
9	2166	PORCA 13,00-00X10,0 FIXACAO CESTO	
10	1786	MOLA DO MANIPULADOR	set-07

Figura 4.5. Exemplo de registro de data Outubro 09

Utilizando a função de busca do Excel, os itens novos podem ter sua data facilmente cadastrada e os itens que já estavam na base recuperam sua data de nascimento. Para realizar este registro, pode ser utilizada a seguinte função:

```
"=SE(POCOV(A2;'[Setembro-09.xlsx]Plan1'!A:B;1;VERDADEIRO)=A2;POCOV('[Setembro-09.xlsx]Plan2'!A2;'[Setembro-09.xlsx]Plan1'!A:C;3;VERDADEIRO);HOJE())"
```

Primeiramente é feita a busca do item na planilha do mês anterior, caso o item seja encontrado, é feita a busca da sua data de nascimento. Caso o item não seja encontrado na planilha do mês anterior, é retornado a data atual (Função “HOJE()).

A Figura 4.6 mostra o registro da data de nascimento utilizando este algoritmo:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Material	Description	Data de cadastro	JAN 2006	FEV 2006	MAR 2006	ABR 2006	MAI 2006	JUN 2006	JUL 2006
2	1233	TIRANTE 20"	mai-06					6.400	1.800	3.300
3	1301	CONJUNTO SACO ACESSORIOS	mai-06					2	20	
4	1361	RECIPIENTE DE AMACIANTE	abr-06				122	224	164	442
5	1416	CHICOTE SUPERIOR CLEAN	jan-06	14	18	15	19	28	39	18
6	1487	CONJUNTO CAIXA DE ENGENEAGEM COMPL	fev-08							
7	1778	PRESSOSTATO FIXO 1 NIVEL 127/60	jan-06	130	199	206	123	104	136	201
8	1800	CONJUNTO TAMPA MOVEL BRANCA CLEAN	nov-09							
9	2166	PORCA 13.00-00X10.0 FIXACAO CESTO	nov-09							
10	1786	MOLA DO MANIPULADOR	set-07							

Figura 4.6. Exemplo de registro da data - Procura Vertical

A próxima etapa é a classificação de itens novos e a reclassificação de itens que já estavam na base de dados, utilizando os critérios estabelecidos na nova classificação.

A Figura 4.7 apresenta a sistemática de reclassificação. Itens novos serão classificados como itens E1. Já os outros itens poderão ter mudado de categoria. Itens E1 podem continuar na mesma categoria ou passarem para categoria E2. Já itens E2 podem continuar a serem E2 ou passarem a serem E3. O mesmo acontece com itens E3, que podem ir para categoria E4 ou permanecer na mesma categoria.

Para os itens E4, deve ser verificado se este continua um item ativo, ou seja, ele ainda é utilizado nas fábricas, ou item semi-ativo, que já não é utilizado nas linhas de montagem. Caso o item seja ativo, este continuará na categoria E4, caso contrário, o item passará a ser E5.

Itens E5 que completarem 96 meses nesta categoria passam a ser classificados como E6. Estes itens devem permanecer no estoque apenas se houver demanda significativa por estes itens apresentem demanda zero ou baixa, ele deve passar a ser um item inativo, ou seja, que não é mais produzido. Estes itens inativos devem ser monitorados e caso a demanda continue a ser baixa ou zero durante um período de 6 meses, estes podem ser descartados.

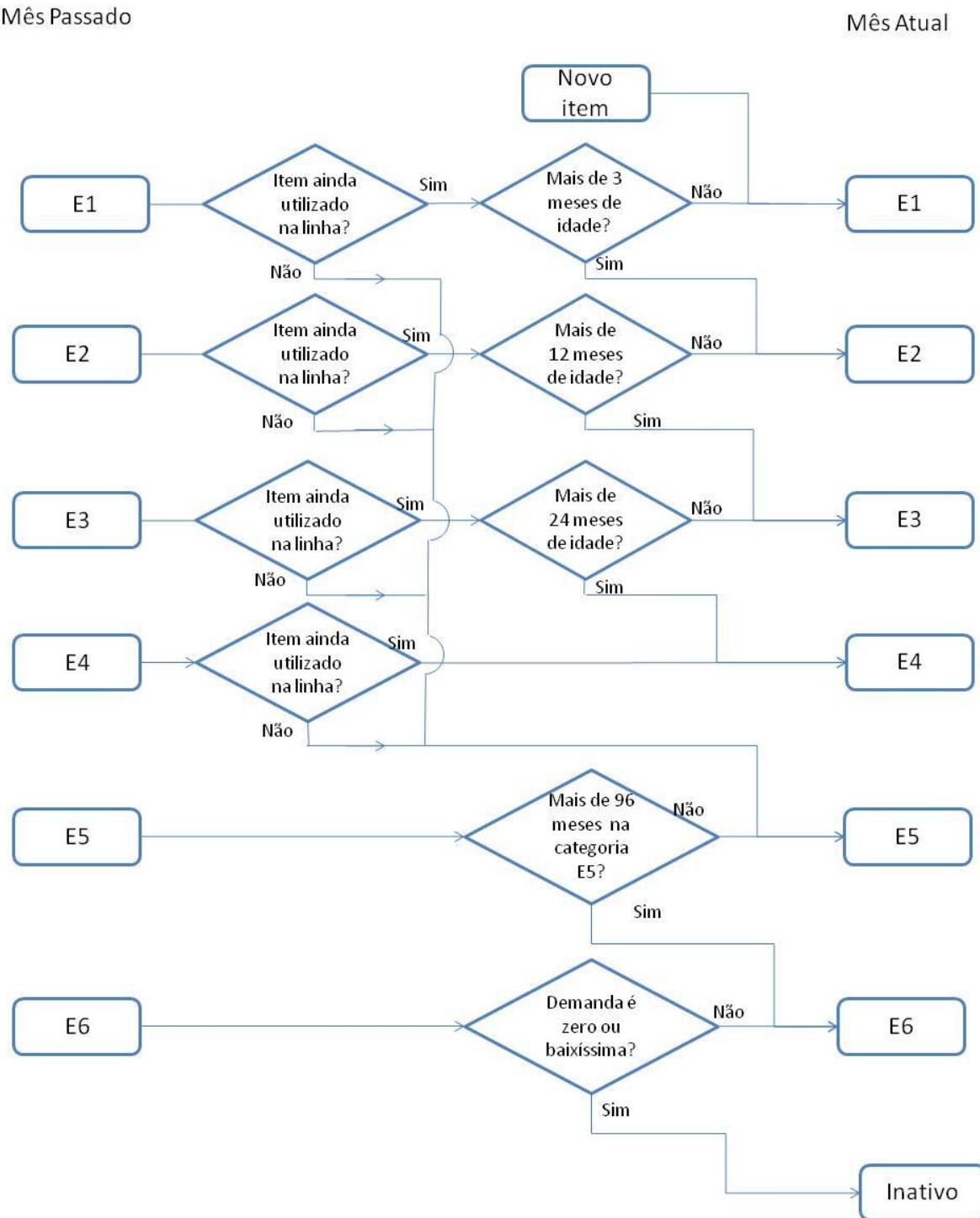


Figura 4.7. Reclassificação dos itens de acordo com a idade

Após isto, ocorre a reclassificação do item de acordo com o tamanho da demanda. Lembrando-se apenas, que os itens podem ser classificados como zero, baixíssimo, baixo, médio ou alto.

A quarta etapa consiste na previsão de demanda dos itens. Esta será feita de duas formas. A partir da base de dados com a reclassificação, serão extraídos os itens E1. Todos os itens novos (que foram incorporados na base no mês vigente) terão um valor de previsão que vêm da Engenharia. Baseados em estimativas de vendas e na taxa de falhas, será feita uma previsão mensal para os próximos três meses. Nessa previsão, é aconselhável utilizar uma previsão conservadora, ou seja, fazer uma estimativa esperando-se uma demanda relativamente grande, pois se tratam de itens que estarão no estoque nos próximos anos e, assim, esse estoque deve ser consumido ao longo do tempo.

Para todos os itens além dos E1, será feita a previsão por séries temporais através do *Forecast Pro*. A vantagem de utilizar este software é que ele faz previsões em “bateladas”, ou seja, o software pode gerar previsões para todos os 14.000 itens da base de dados. Realizada a previsão, será feita a exportação das previsões para uma planilha Excel. Com os valores das previsões, será gerado um relatório de previsão para todos os itens.

Para itens E1 será possível verificar a previsão feita pela engenharia e compará-la com as vendas efetivas. Se a previsão seja menor que o realizado, a previsão deve ter seu valor aumentado. Caso contrário, a previsão deve ser mantida. No primeiro caso, devem ser verificadas quais foram as possíveis causas desse subdimensionamento: previsão da engenharia fora mal calculada, as vendas de itens pais (produtos acabados) foram maiores que as esperadas, o item tem uma taxa de falha maior que a calculada, etc. Essa avaliação tem por propósito melhorar a previsão de engenharia dos futuros itens E1 e, dessa forma, diminuir os erros de previsão.

Os outros itens terão sua previsão comparada com a previsibilidade dos últimos 6 meses. Será calculada a acurácia do item através do cálculo do EPAM*. Este erro servirá como orientação para o gestor para avaliar qual a confiabilidade da previsão gerada e se, portanto, ele deve utilizar o valor da previsão.

Ainda neste relatório, será gerada a necessidade bruta de cada material, que é a consolidação da previsão dos próximos 3 meses. O cálculo da necessidade líquida de materiais não é necessário neste momento, este será realizado pelo SAP da empresa, que tem a posição de estoque de cada item e a partir de onde é gerado o MPS.

A reposição de estoque será, portanto, periódica. O estoque será revisto mensalmente e, caso este esteja abaixo da previsão do mês, ele deve ser reposto com o estoque máximo, ou

seja, a reposição deve ser o valor da previsão para os próximos 3 meses menos o estoque atual.

4.4 Sistema Proposto

Para auxiliar o gerenciamento de itens de peças de reposição, desenvolveu-se um sistema em MS Excel. Uma vez extraídos os dados do Banco de Dados da empresa, o usuário poderá fazer o registro, classificação, previsão e relatórios de forma automática, minimizando assim erros na manipulação de dados. O “cockpit” de interface com o usuário é mostrado na Figura 4.8 a seguir.

Observa-se apenas que, todas as células de cor amarela desse sistema são locais onde o usuário deverá preencher com as informações requisitadas pelo sistema.

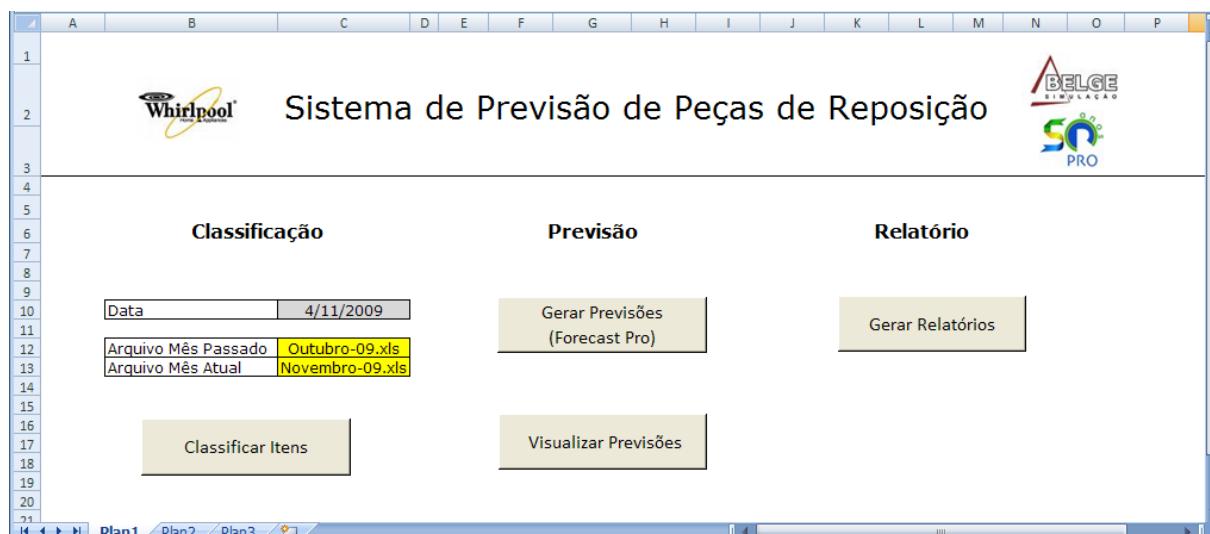


Figura 4.8. Interface com Usuário do Novo Sistema

Esse sistema é dividido em três grandes etapas que o usuário precisa realizar para gerar relatórios que auxiliem a tomada de decisão:

- Classificação;
- Previsão;
- Relatórios.

4.4.1 Registro

Na área de registro, mostrada na Figura 4.9, pode-se classificar os itens da base de dados. Nela, o usuário precisa preencher o nome do arquivo com o histórico de vendas do mês anterior, bem como o nome do arquivo com o histórico mês atual.

Indicados os arquivos, o usuário pode clicar no botão “Classificar Itens”, que roda a macro que faz o registro da data de nascimento de itens novos. Em seguida, será realizada a classificação dos itens tanto pela idade – E1, E2, E3, E4, E5 ou E6 - como pelo tamanho da demanda – zero, baixíssima, baixa, média ou alta.

Ao final da classificação, será aberta a planilha que contém os itens classificados.

Data	4/11/2009
Arquivo Mês Passado	Outubro-09.xls
Arquivo Mês Atual	Novembro-09.xls

Classificar Itens

Figura 4.9. Sistema Proposto - Classificação

4.4.2 Previsão

O *Forecast Pro Unlimited* permite o acesso externo de outros programas por meio de linhas de comando. Sendo assim, é possível criar macro que acesse o programa e gere as previsões de demanda.

Com isso, nesta etapa, ao clicar em “Gerar Previsões” (ver Figura 4.10), o sistema irá preparar a base de dados do Excel, conforme requisitado pelo programa e, em seguida, gerar as previsões utilizando o *Forecast Pro*.



Figura 4.10. Sistema Proposto – Previsão

Observa-se que a base utilizada para a previsão será de 4 anos no máximo, sempre iniciando no mês de Janeiro. Por exemplo, se uma previsão está sendo feita em um mês qualquer de 2010, serão utilizados os dados que iniciam em Janeiro de 2007 até o mês em questão. Este controle é feito, sobretudo, para que o arquivo de previsão não ocupe muito espaço da memória física do computador.

4.4.3 Relatórios

Nesta parte, com o histórico de vendas extraídos da base de dados e com as previsões geradas pelo software, serão gerados relatórios de previsão para todos os itens. Para tanto, o usuário deve clicar no botão “Gerar Relatórios”, mostrado na Figura 4.11.



Figura 4.11. Sistema Proposto – Relatórios

No relatório proposto, são apresentados os seguintes campos:

- Material: número de registro do item;

- Descrição do material;
- Categoria: E1, E2, E3, E4, E5 ou E6;
- Classe da Demanda: Zero, Baixa, Baixíssima, Média ou Alta;
- Pareto: A, B, C (classificação gerada no SAP);
- Data de Nascimento: Data em que o item entrou no sistema (a ser implantado no SAP);
- Item ativo?: Sim, o item ainda é utilizado para compor produtos acabados. Não, caso contrário (a ser implantado no SAP);
- Data de Desativação: data em que o item deixou de ser utilizado nas linhas de fabricação (a ser implantado no SAP);
- EPAM*: mostra o valor calculado do EPAM* para os últimos 6 meses;
- EAM: mostra o EAM apenas para itens E1;
- Previsibilidade: de acordo com o erro classifica o item em previsível ($EPAM^* \leq 50\%$) ou não previsível ($EPAM^* > 50\%$);
- Realizado: quantidade vendida nos últimos 6 meses;
- Previsões passadas: valores das previsões geradas dos últimos 6 meses;
- Previsão: previsão gerada pelo software Forecast Pro para os próximos 3 meses. Previsão de engenharia para os itens E1. Esta última deve ser preenchida de forma manual pelo usuário.
- NB: necessidade bruta do item, que é a soma das previsões para os próximos 3 meses.

A Figura 4.12 e a Figura 4.13 apresentam a estrutura do relatório gerado de previsão gerado. Observa-se que há um filtro para que o gestor possa fazer um acompanhamento detalhado de cada item.

	B9	f(x)	326062630					
1	A	B	C	D	E	F	G	H
2		Sistema de Previsão de Peças de Reposição						
3								
4	Data:	4/11/2009	Organizar por EPAM*					
5	Material	Description	Categoria	Classe da Demanda	Pareto	Data de Nascimento	Item Ativo	Data
6	326052630	SC TAMPA FIXA CONSUL 10 KG ANDY	E3	médio	A	1/8/2007	sim	
7	326006280	GAXETA A.C.PERFIL RIGIDO-BRD32FZ-GRACY	E4	médio	B	1/1/2006	sim	
8	4190122	BOTAO TERMOSTATO	E4	médio	C	1/1/2006	sim	
9	341835	CJ,MANIPULO RAMAL	E4	alto	C	1/1/2006	sim	
10	218731	CJ, GAXETA PORTA 30"	E4	médio	C	1/1/2006	sim	
11	326024746	CAMARA VENTILACAO II	E4	alto	B	1/1/2006	sim	
12	326066282	KIT INSTRUÇÕES G4	E2	alto	C	1/9/2006	sim	
13	326067442	CJ CHICOTE AA 4 VIAS	E3	médio	C	1/2/2007	sim	
14	381004	FRONTAL BASCULANTE FUME BESTHETIC BRASTE	E4	alto	B	1/1/2006	sim	
15	326010004	CJ, GAXETA 20" - K PPG0052	E4	alto	C	1/1/2006	sim	
16	326064069	POLIA MOVIDA	E2	baixo	C	1/9/2006	sim	
17	326062917	DOBRADICA	E2	médio	C	1/8/2006	sim	
18	326050309	BOTÃO NÍVEL / CENTRIFUGAÇÃO - GW 00150	E4	médio	C	1/1/2006	sim	
19	326051073	PE DO PRODUTO WP700AL18-K4CGU0024	E4	alto	C	1/8/2009	sim	
20	4211316	FILTRO DE AR 7500 BRASTEMP	E4	médio	B	1/1/2006	sim	
21	326046833	PRATELEIRA INFERIOR TRANSPARENTE (C+F)	E4	médio	C	1/1/2006	sim	
22	217654	JUNTA LOKRING 7MM PARA CAMPO	E4	alto	B	1/1/2006	sim	
23	326037767	PAINEL DECORATIVO (XINGU)	E4	médio	C	1/1/2006	sim	
24	55291	TIMER 127V	E4	alto	A	1/1/2006	sim	
25	326054620	BOTAO DE COMANDO BRANCO (0201240)	E4	médio	C	1/7/2009	sim	
26	4224078	RELE E PROTETOR TERMICO FF7,5BKW 127/6	E4	médio	A	1/1/2006	sim	
27			-	-	-	-	-	-
28			-	-	-	-	-	-
29			-	-	-	-	-	-

Figura 4.12. Relatório – parte 1

6	Data de Des.	EPAM	Previsibilidade	EAM	Realizado						Previsões Passadas						Previsão					
					mai.	jun-0	jul.	ago.	set.	out.	mai.	jun-0	jul-0	ago.	set.	out-0	nov-0	dez-	jane.	NB		
7	-	23%	previsível	-	140	225	90	195	124	64	115	210	165	166	125	55	179	137	120	435		
8	-	68%	não previsível	-	210	70	110	130	30	70	89	103	97	99	103	85	106	94	99	299		
9	-	40%	previsível	-	115	131	101	201	307	315	135	105	119	123	221	689	132	159	358	649		
10	-	56%	não previsível	-	82	139	65	225	171	98	67	55	154	63	148	133	67	37	19	283		
11	-	81%	não previsível	-	118	97	178	75	58	64	323	37	139	94	120	7	201	145	77	422		
12	-	29%	previsível	-	60	230	210	247	113	98	65	60	230	74	107	92	69	79	95	242		
13	-	13%	previsível	-	126	111	105	113	101	116	83	126	112	105	104	97	111	99	106	320		
14	-	54%	não previsível	-	188	95	136	88	61	73	122	144	177	165	108	104	146	114	131	391		
15	-	42%	previsível	-	245	91	101	102	111	69	72	191	96	97	91	100	145	106	100	351		
16	-	43%	previsível	-	49	44	68	96	273	244	26	61	54	75	104	416	48	68	206	322		
17	-	26%	previsível	-	142	102	146	186	143	139	79	122	134	156	186	195	111	133	186	430		
18	-	70%	não previsível	-	85	215	105	25	95	105	86	86	104	104	79	81	95	78	92	264		
19	-	23%	previsível	-	343	92	72	116	112	132	354	98	107	159	197	127	249	201	167	617		
20	-	30%	previsível	-	166	150	210	100	52	34	157	134	136	100	84	56	160	110	83	353		
21	-	24%	previsível	-	138	79	126	120	110	88	68	73	63	103	109	109	78	84	113	275		
22	-	51%	não previsível	-	285	297	181	86	226	93	289	284	281	276	271	315	264	224	803			
23	-	16%	previsível	-	112	74	170	102	111	95	118	87	92	110	108	113	99	113	325			
24	-	53%	não previsível	-	151	77	76	73	109	100	78	101	117	123	238	100	96	151	160	410		
25	-	48%	previsível	-	62	112	149	62	162	136	89	71	92	108	105	219	88	87	150	325		
26	-	88%	não previsível	-	201	94	83	190	48	93	178	201	149	194	190	64	208	179	155	543		
27	-	23%	previsível	-	203	167	180	194	120	110	264	149	151	152	149	148	227	169	156	552		

Figura 4.13. Relatório - parte 2

Com esta nova sistemática, o gestor poderá ter uma melhor avaliação da previsibilidade do item e dessa forma, tomar decisões mais assertivas em relação à reposição de estoques.

5 CONCLUSÃO

Este capítulo faz o fechamento deste trabalho. Em primeiro lugar, é feita uma síntese do problema abordado, em seguida é feita uma análise crítica da solução desenvolvida e são explicitadas as dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho. Por fim, são feitas sugestões de desdobramentos.

5.1 Síntese

O trabalho aqui apresentado teve por objetivo a melhoria dos processos de previsão e gestão de estoques da Whirlpool. Este foi desenvolvido através de uma consultoria piloto prestada pela Belge Engenharia, que queria ganhar conhecimento em uma nova área de negócio.

Em primeiro lugar, foi estudada a sistemática de previsão atual. Esse teve por objetivo realizar uma análise crítica do processo e encontrar oportunidades de melhoria. Um dos grandes problemas identificado nesta etapa foi a forma de classificação das peças, que apresentava ambigüidades e prejudicava a adequação da política de gestão estoques. Além disso, os gestores relacionavam esta classificação com o ciclo de vida, relação esta que se mostrou ser equivocada. Isso trazia problemas tanto na rotina de previsão como na decisão da forma de reposição de estoque.

A solução propôs inicialmente uma nova forma de classificação dos itens de estoque. Essa nova classificação relacionou cada categoria com a idade do item. Os critérios estabelecidos foram mais claros, não tendo mais ambigüidades na base de dados.

Em seguida foi proposta uma nova sistemática, que teve por objetivo auxiliar os gestores a realizar a nova rotina de previsão de demanda. As principais melhorias desta etapa foram a elaboração de uma nova forma de previsão de itens com pouco histórico, estabelecimento de um critério claro para a retirada de um item em estoque, a tomada de decisão com a reposição de estoques.

Por fim, foi desenvolvido um sistema de apoio a essa sistemática de previsão, que auxilia a decisão referente a necessidade de materiais.

5.2 Análise Crítica

Uma limitação da metodologia proposta é que ela é baseada em valores que foram arbitrários. Na literatura relacionada à área, como por exemplo, em Boylan *et al.* (2008), muitos dos parâmetros são subjetivos, sendo que podem ser modificados dependendo do usuário. Um exemplo neste trabalho foi a escolha de itens previsíveis. Para realizar esta classificação, foi arbitrado o valor de 50% para se considerar a previsibilidade de item. Essa porcentagem não é um valor absoluto, sendo que pode ser alterado se verificado que outro valor pode ser mais adequado.

Um ponto forte deste trabalho é que a nova classificação é inequívoca, sendo, portanto, mais clara e não havendo ambigüidades. Além disso, a classificação das peças de reposição correlacionava de forma inadequada a demanda de item com seu ciclo de vida. Essa nova classificação verifica a idade das peças e assim, determina em que fase o item se encontra. Também o momento em que o item deve ser descartado tornou-se mais claro.

Outro ponto importante é que itens novos terão uma nova forma de previsão com base em valores que virão da engenharia. Anteriormente a este trabalho, os gestores tentavam utilizar métodos de projeção histórica para esses itens.

Por fim, a solução encontrada permite que o responsável pela previsão tenha uma análise crítica dos resultados exportados pelo *software* e, assim, identificar quais itens necessitam maior atenção.

5.3 Dificuldades Encontradas

Para o desenvolvimento deste trabalho, o autor encontrou dificuldades que vieram da forma como fora concebido este projeto. Relembrando, este foi um projeto piloto na área de previsão da empresa Belge Engenharia para a empresa Whirlpool. Desta forma, foram encontradas duas grandes dificuldades: sendo um projeto piloto, o autor deste trabalho não pode contar com auxílio com colegas da empresa que possuíam experiência nesta área. Assim, a principal orientação do desenvolvimento deste projeto foi dos professores do departamento de Engenharia de Produção da USP. Além do mais, pelo fato do autor não ser funcionário da Whirlpool, o acesso a base de dados fora dificultado. Dados que eram necessários para o

desenvolvimento do trabalho muitas vezes demoravam em serem coletados e fornecidos, outros não puderam ser acessados, tais como custos.

Outra dificuldade encontrada foi o embasamento teórico do problema. Como visto no Capítulo 2, a literatura na área de peças de reposição tem poucos estudos relacionados. Sendo assim, a metodologia desenvolvida teve que ser embasada em modelos gerais de previsão e reposição, o que não é o mais adequado para este segmento que possui diversas peculiaridades.

5.4 Desdobramentos

A primeira sugestão de desdobramento deste trabalho é a implantação do atributo “idade do item” na base de dados da empresa, registrando-se quando um item foi colocado no estoques. Dessa forma, a classificação da idade do item será facilitada. Além disso, sugere-se que haja na base de dados um atributo que indique se o item ainda é utilizado nas linhas de montagem de produtos acabados e, caso não seja mais utilizado, exista outro atributo que indique a data que isto ocorreu. Com isso, será possível determinar quando um item passa a compor a categoria E5, facilitando posteriormente sua retirada do estoque.

Outro desdobramento é análise dos itens que possuem altos erros de previsão. Esta análise previsão irá permitir um melhor entendimento do comportamento da demanda. Além do mais, o estudo dos erros de previsão permite ao usuário verificar quais itens necessitam de maior atenção, além de poder verificar quais itens precisa ter um tratamento na sua série histórica.

Por fim, um possível desdobramento deste trabalho é um projeto de pesquisa que venha a enriquecer a literatura existente na área de peças de reposição, que possam servir de embasamento teórico para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais: uma Introdução.** Tradução: Celso Rimoli; Lenita R. Esteves. São Paulo: Atlas, 1999.

AROZO, R. *Sales and Operations Planning – Uma Maneira Simples de Obter Ganhos com Integração Interna.* In: Previsão de Vendas: Processos Organizacionais e Métodos Quantitativos e Qualitativos. Coppead – UFRJ. São Paulo: Atlas, 2006.

BALLOU, R.H., **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial.** Tradução: Raul Rubenich. 5^a ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2004.

BOTTER, R.; FORTUIN, L. **Stocking strategy for service parts: a case study.** International Journal of Operations & Production Management. Vol. 20. No 6. 656-674 p. 2000.

BOYLAN, J. E.; SYNTETOS, A. A.; KARACOSTAS, G.C. **Classification for forecasting and stock control: a case study.** Journal of the Operational Research Society 59. 473-481 p. 2008.

CORRÊA, H.; GIANESI, I.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II / ERP: Conceitos, Uso e Implementação.** São Paulo: Atlas 1997.

LOVE, S. F. **Inventory Control.** 15 ed. McGraw-Hill. New York, 1979.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting: Methods and Applications.** 3rd ed. New York: John Wiley & Sons. 1998.

MESQUITA, M. A. **Previsão de Demanda.** In: Planejamento e controle da produção. Coleção Campus-ABEPRO Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

STELLWAGEN, E. A.; GOODRICH, R. L. **Forecast Pro – Statistical Reference Manual.** Business Forecast Systems, Inc. Software Version 5. 2007.

SYNTETOS, A. A.; KEYES, M.; BABAI, M. Z. **Demand categorisation in a European spare parts logistics network.** International Journal of Operations & Production Management. Vol. 29. No 3. 292-316 p. 2009.

WHIRLPOOL. Perfil – Disponível em:

<<http://www.whirlpool.com.br/site/p/institucional/perfil>>. Acesso em: 18 de abr. 2009.