

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Claudio José de Melo Ferreira

**Gerenciamento de estoque de peças de
uniformes na Marinha do Brasil**

Dissertação de Mestrado (Opção profissional)

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Dr. Eugenio Kahn Epprecht

Rio de Janeiro

Junho de 2012



Claudio José de Melo Ferreira

**“Gerenciamento de estoque de peças
de uniformes na Marinha do Brasil”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Eugenio Kahn Epprecht

Orientador e Presidente

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Pierfranco Pastore

Co-Orientador

Marinha do Brasil

Prof. Antonio Fernando de Castro Vieira

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Profa. Fernanda Maria Pereira Raupp

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico –

PUC-Rio

Rio de Janeiro, 15 de junho de 2012.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Claudio José de Melo Ferreira

Graduado em Ciências Navais, com habilitação em Administração de Sistemas, do Corpo de Intendentes da Marinha, pela Escola Naval, em 2002. Pós-Graduado, no Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais Intendentes, em Logística, pelo Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, em 2006, e no Curso de Estado-Maior para Oficiais Intermediários, pela Escola de Guerra Naval, em 2011. Atualmente, desempenha as funções de gerente logístico do sistema que lida com as operações de previsão de demanda, obtenção, gestão de estoques e distribuição de diversos materiais da Marinha.

Ficha Catalográfica

Ferreira, Claudio José de Melo

Gerenciamento de estoque de peças e uniformes na Marinha do Brasil / Claudio José de Melo Ferreira; orientador: Eugenio Kahn Epprecht. – 2012.

70f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2012.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Gestão de estoque. 3. Segmentação dos materiais. 4. Previsão de demanda. 5. Política de estoques. 6. Lote econômico de compra. 7. Estoque de segurança. 8. Custo. I. Epprecht, Eugenio Kahn. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Para meus queridos: pais, Edson e Delma, esposa, Giselle e filho, Tiago.

Agradecimentos

À Marinha do Brasil por ter-me concedido mais essa oportunidade de aperfeiçoamento profissional e intelectual.

Aos meus colegas de turma, pela amizade, motivação, incentivo e companheirismo, em especial à Laura Carvalho e ao Marcelo José.

Ao meu grande amigo PierFranco, que me incentivou a iniciar o mestrado e durante o curso contribuiu diretamente para que eu chegasse até aqui .

Ao Prof. Dr. Eugenio Kahn Epprecht, meu orientador, agradeço a forma simples e direta a qual me transmitiu os conhecimentos durante o período da dissertação.

Aos meus pais, Edson e Delma, por todo o esforço que vocês tiveram na minha formação acadêmica, sem nunca terem nada me exigido.

A minha amada esposa, a engenheira de produção Giselle Souza. Excelente mãe, esposa e profissional, exerceu papel fundamental na revisão do meu trabalho.

Ao meu filho Tiago, você que apesar de tão tenra idade já me deu e ainda dá tantos exemplos de superação... agradeço por me fazer uma pessoa melhor e mais feliz.

Resumo

Ferreira, Claudio José de Melo; Epprecht, Eugenio Kahn (Orientador). **Gerenciamento de estoque de peças de uniformes na Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. 70p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta dissertação teve como objetivo propor o desenvolvimento e estabelecimento de um método de gerenciamento de estoque de peças de uniformes a ser implantado através de uma solução de TI que possa vir a ser utilizado por todos os Gerentes dos PDU's (Postos de Distribuição de Uniformes) e pelo Gerente de Fardamento da Marinha. Com esse fulcro, foram apresentadas técnicas de segmentação de materiais, de previsão de demanda de curto prazo, de gerenciamento de estoque (método de ponto de pedido e método de revisão periódica) e técnicas de cálculo de estoque de segurança para determinado nível de serviço. Adicionalmente, com o intuito de possibilitar a comparação entre políticas de estoques distintas, foram estudados três importantes classes gerais de custos que são: os custos de pedido, de manutenção do inventário e de falta de estoques. Como resultado, foram apresentadas algumas reformulações necessárias a serem implementadas na atual ferramenta de TI utilizada pela Marinha para gerenciar o estoque. Uma vez implantada, essa ferramenta irá permitir aos Gerentes, conhecedores das nuances do mercado, melhores condições para a tomada de decisões relativas aos seus estoques.

Palavras-chave

Gestão de estoque; segmentação dos materiais; previsão da demanda; política de estoques; lote econômico de compra; estoque de segurança; custo.

Abstract

Ferreira, Claudio José de Melo; Epprecht, Eugenio Kahn (Advisor). **Inventory management of pieces of uniforms in the Brazilian Navy.** Rio de Janeiro, 2012. 70p. MSc Dissertation (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The objective of this dissertation is to develop and establish an inventory management method for uniforms through IT solutions that can be used by all inventory managers at uniform distribution points. With this in mind, studies were conducted on techniques for material classification, short term demand forecasting, inventory management (continuous review method and periodic review method) as well as techniques for calculating safety stock to achieve the desired the service level. Additionally, this proposal allows us to compare and contrast different inventory policies on the basis of three principal cost criteria. Those criterion are: acquisition cost, inventory maintenance, and inventory loss. As a result, recalculations were proposed to the IT solution that is currently being used by the Brazilian Navy to effectively manage stock levels. Once implemented, these tools will allow inventory managers, the technical experts of the navy, to make the best decisions with the best information possible.

Keywords

Inventory management; material classification; demand forecasting; inventory policies; economic order quantity; safety stock; cost.

Sumário

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | Introdução | 13 |
| 1.1 | Considerações iniciais | 13 |
| 1.2 | Objetivo | 13 |
| 1.3 | Motivação | 14 |
| 1.4 | Delimitação espacial e temporal | 14 |
| 1.5 | Estrutura do trabalho | 16 |
| 2 | Revisão conceitual | 17 |
| 2.1 | Gestão de estoque | 17 |
| 2.2 | Nível de serviço (NS) | 17 |
| 2.3 | Segmentação dos materiais | 18 |
| 2.3.1 | Classificação ABC | 19 |
| 2.3.2 | Classificação XYZ | 19 |
| 2.3.3 | Uso combinado das classificações ABC e XYZ | 20 |
| 2.4 | Previsão da demanda | 20 |
| 2.4.1 | Efeito Chicote | 22 |
| 2.4.2 | Métodos de Previsão | 23 |
| 2.4.3 | Métodos de Previsão de Séries Temporais | 24 |
| 2.4.3.1 | Suavização exponencial simples | 25 |
| 2.4.3.2 | Suavização exponencial de séries com tendência (método de Holt) | 27 |
| 2.4.3.3 | Suavização exponencial de séries com tendência e com variações de estação (método de Winter) | 28 |
| 2.5 | Medidas de erro das previsões | 29 |
| 2.5.1 | Medindo o viés | 31 |
| 2.6 | Política de estoques | 32 |
| 2.6.1 | Método de ponto de pedido | 34 |
| 2.6.2 | Método de revisão periódica | 35 |
| 2.7 | Estoque de segurança | 35 |
| 2.8 | Custo relevante total | 37 |
| 2.8.1 | Custo de aquisição | 38 |
| 2.8.2 | Custo de manutenção do estoque | 38 |
| 2.8.3 | Custo de falta de estoques | 39 |
| 3 | Estudo de caso | 40 |
| 3.1 | Sistema de Abastecimento da Marinha SAbM - definição | 40 |
| 3.2 | Fornecimento de fardamento | 41 |
| 3.3 | SAbM – fardamento | 42 |
| 3.4 | Organização dos PDUs/PEUs | 43 |
| 3.4.1 | O PDU-COM 1 DN | 44 |
| 3.5 | Cenário | 44 |
| 3.6 | Estruturação da previsão atual | 47 |
| 3.7 | Aplicação dos métodos de previsão de séries temporais | 47 |
| 3.8 | Aplicação do método de suavização exponencial simples | 49 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.9 | Aplicação do método de suavização exponencial de séries com tendência (método de Holt) | 51 |
| 3.10 | Aplicação do métodos de Winter | 53 |
| 3.11 | Utilização da previsão de vendas na determinação do estoque de segurança e da política de estoques | 56 |
| 3.11.1 | Cálculo do LEC | 58 |
| 3.11.2 | Escolha da política de estoque | 60 |
| 3.11.3 | Calculando o estoque de segurança e a falta de estoque esperada | 61 |
| 3.12 | Calculando custo relevante total | 62 |
| 4 | Conclusão e recomendações para estudos futuros | 66 |
| 5 | Referências Bibliográficas | 68 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 2.1: Exemplo de abordagem bottom-up | 21 |
| Figura 2.2: Ilustração gráfica do efeito chicote numa cadeia de abastecimentos fictícia. | 22 |
| Figura 2.3: Gráfico do erro de previsão e da soma cumulativa do erro | 32 |
| Figura 2.4: Filosofia de puxar e empurrar de gerenciamento de estoques | 33 |
| Figura 3.1: Participação em percentual das modalidades de fornecimento na MB no período 2007-2010 | 42 |
| Figura 3.2: Estrutura Logística do Fardamento | 43 |
| Figura 3.3 – Gráfico de venda de meias no período de jan/2007 a dez/2011 | 48 |
| Figura 3.4 – Gráfico da Demanda e Previsão com o método suavização exponencial simples. | 51 |
| Figura 3.5 – Gráfico da obtenção das estimativas de L0 e T0 | 52 |
| Figura 3.6 – Gráfico do desenvolvimento da regressão linear | 56 |

Lista de tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1.1: Localização dos PDU's e PEU's | 15 |
| Tabela 2.1 – Simulação do erro de previsão e soma cumulativa do erro | 32 |
| Tabela 3.1: Modalidades de fornecimento em mil Reais | 41 |
| Tabela 3.2: Modalidades de fornecimento em mil Reais no PDU Com1DN | 44 |
| Tabela 3.3 – Demanda meia preta | 48 |
| Tabela 3.4 – Previsão da demanda com suavização exponencial simples | 50 |
| Tabela 3.5 – Previsão da demanda com suavização exponencial de séries com tendência | 52 |
| Tabela 3.6 – Estimando a sazonalidade | 54 |
| Tabela 3.7 – Sazonalidade normalizada | 54 |
| Tabela 3.8 – Demanda dessazonalizada | 55 |
| Tabela 3.9 - Previsão da demanda | 56 |
| Tabela 3.10 – Medidas de erros de previsão da demanda utilizando método de suavização exponencial simples | 57 |
| Tabela 3.11 – Medidas de erros de previsão da demanda utilizando método de suavização exponencial de séries com tendência | 57 |
| Tabela 3.12 – Medidas de erros de previsão da demanda utilizando método de Winters | 57 |
| Tabela 3.13 – Previsão da demanda para o ano de 2012 utilizando método de Winters | 58 |
| Tabela 3.14 – Custo de processamento do pedido | 59 |
| Tabela 3.15: Dados para cálculo do ES | 61 |
| Tabela 3.16: Estoque de Segurança | 61 |
| Tabela 3.17: K em função do nível de serviço desejado ao cliente | 62 |
| Tabela 3.18: Nível máximo de estoque (M^*) para cada trimestre | 63 |
| Tabela 3.19: Cálculo do estoque médio | 63 |
| Tabela 3.20: Cálculo do Custo Relevante Total 1 | 64 |
| Tabela 3.21: Cálculo do Custo Relevante Total 2 | 64 |

*Ou escreves algo que valha a pena ler, ou
fazes algo acerca do qual valha a pena
escrever.*

Benjamin Franklin

1

Introdução

1.1

Considerações Iniciais

A falta de planejamento de estoque pode vir a comprometer a empresa de duas formas: alto custo de estoque, no caso de excesso de produto, ou baixo nível de serviço, com constante falta de produtos.

Em consonância, Bowersox et al. (2001) são categóricos ao afirmarem que do ponto de vista da logística, decisões que envolvem estoques são consideradas de alto risco e alto impacto.

Atualmente a Marinha do Brasil (MB) é constituída aproximadamente por 60 mil militares servindo nas diversas Organizações Militares localizadas ao longo do território nacional.

A quantidade de peças de uniformes que a Marinha do Brasil gerencia é de aproximadamente 3.100 itens.

Para atender a demanda de uniformes desses militares a Marinha do Brasil dispõe de 12 postos que funcionam tal qual lojas de varejo, atendendo diretamente ao público. Esse estudo não entrará no mérito de avaliar se essa função, que certamente não é o “Core Business” da MB, deveria ser descentralizada ou não. O que se propõe é, partindo da premissa que a MB adota a política de fornecer vestuário, como gerenciar o estoque de forma a garantir a máxima disponibilidade de produto com o menor custo possível.

1.2

Objetivo

O objetivo dessa dissertação é propor o desenvolvimento e estabelecimento de um método de gerenciamento de estoque a ser implantado através de uma solução de TI que possa vir a ser utilizado por todos os Gerentes

dos PDU's (Postos de Distribuição de Uniformes) e pelo Gerente de Fardamento da Marinha.

1.3

Motivação

A constante falta de itens nos PDU's (*stock outs*) tem gerado uma insatisfação aos militares, que, na posição de clientes, estão cada vez mais exigentes e à espera de um melhor nível de serviço.

Como decorrência, observa-se que muitos militares sequer procuram um PDU, indo comprar seus uniformes diretamente, por exemplo, nas lojas comerciais situadas na Rua Primeiro de Março, no entorno do Comando do Primeiro Distrito Naval.

Esse fato é ainda mais marcante, uma vez que foi constatado através de pesquisa de mercado que os preços praticados no comércio são em média 30% superiores, e que o material vendido nessas lojas é em geral de igual ou inferior qualidade.

Procurou-se então nesse trabalho evidenciar uma política de estoque a ser praticada nas “lojas” da Marinha que possibilite restaurar a confiança do militar com uma melhora na disponibilidade dos produtos, sem, contudo elevar o custo de manutenção do estoque a níveis impraticáveis.

Outra motivação, decorrente dessa primeira e não menos importante, é a de trazer as melhores práticas do mercado na área da Logística, especificamente no gerenciamento de estoque, para dentro da MB e com isso contribuir para que esta esteja mais apta a cumprir seu mandamento constitucional, qual seja a defesa da Pátria.

1.4

Delimitação Espacial e Temporal

A existência dos PDU'S se justifica, inicialmente, pela necessidade de se fazer chegar ao militar os uniformes que é obrigado a usar. Atualmente, dos 12 PDU's existentes, 4 ficam situados no Rio de Janeiro, capital, e há um em cada

uma das seguintes cidades: São Pedro da Aldeia, Salvador, Natal, Belém, Rio Grande, Ladário, Brasília e Manaus.

A Marinha também possui 17 Postos de Encomenda de Uniformes (PEU), que são lojas que não armazenam uniformes, apenas recebem as solicitações dos clientes, coletam e entregam os vestuários aos solicitantes. A Tabela 1.1 apresenta a localização dos PDU's e PEU's da Marinha:

Tabela 1.1 – Localização dos PDU's e PEU's

| TIPO | POSTO | LOCALIZAÇÃO |
|------|----------------|-------------------------------------|
| PEU | BNRJ | Niterói |
| PDU | SPA | São Pedro da Aldeia |
| PDU | BAMRJ | Rio de Janeiro - Penha |
| PDU | Com1ºDN | Rio de Janeiro - Centro |
| PDU | BFNIG | Rio de Janeiro – Ilha do Governador |
| PEU | CIAW | Rio de Janeiro - Centro |
| PEU | EN | Rio de Janeiro - Castelo |
| PEU | EN (ASP) | Rio de Janeiro - Castelo |
| PEU | CN | Angra dos Reis |
| PEU | CIAMPA | Rio de Janeiro – Campo Grande |
| PEU | CADIM | Rio de Janeiro – Ilha de Marambaia |
| PEU | BFNIF | Rio de Janeiro – Ilha das Flores |
| PEU | NAESPO | Navio Aeródromo São Paulo |
| PEU | DABM | Rio de Janeiro - Centro |
| PDU | GPTFNSA | Salvador |
| PDU | DepNavSa | Salvador |
| PDU | DepNavNa NATAL | Natal |
| PDU | DepNavBe | Belém |
| PDU | DepNavMa | Manaus |
| PDU | DepNavRG | Rio grande |
| PDU | Com7ºDN | Brasília |
| PDU | DepNavLa | Ladário |
| PEU | EAMSC | Santa Catarina |
| PEU | Com8ºDN | São Paulo |
| PEU | EAMES | Espírito santo |
| PEU | CPAL | Maceió |
| PEU | EAMCE | Ceará |
| PEU | EAMPE | Pernambuco |

No trabalho somente serão analisados os dados de vendas dos anos de 2009 a 2011 extraídos do Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento – SINGRA uma vez que não há dados sobre as vendas que deixaram de ser concretizadas durante esse período devido à falta do produto em estoque.

Esses dados de vendas serão utilizados para efetuar de forma aproximada a previsão de demanda para o ano de 2012 que servirá de base para a proposta de gerenciamento de estoque a ser apresentada nesta dissertação.

A loja considerada para os estudos será a do PDU-Com1ºDN localizada no centro da cidade do Rio de Janeiro. A escolha desta loja foi devida a sua localização centralizada e pelo fato de ser a maior loja em termos de volume de vendas, representando aproximadamente 20% de todo o volume financeiro, com venda anual de aproximadamente R\$5.000.000,00.

1.5

Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado da seguinte maneira:

O Capítulo 1 introduz o tema da pesquisa, seu objetivo, a motivação e a delimitação do estudo.

O Capítulo 2 apresenta a Revisão Conceitual necessária ao entendimento da proposta que se segue.

O Capítulo 3 apresenta o estudo de caso do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) na modalidade do fardamento.

Finalmente, o Capítulo 4 apresenta as conclusões e recomendações para os futuros trabalhos.

2

Revisão Conceitual

2.1

Gestão de Estoque

A manutenção de estoque, conforme apregoa Ballou (2008), tem o objetivo de aumentar a disponibilidade do produto, trazendo maior satisfação ao cliente e de reduzir custos ao permitir operações de produção mais prolongadas e equilibradas, economias em compras, transporte e outras mais.

No passado, devido às altas taxas de inflação no país, ter um estoque alto significava para a empresa dispor de um ativo que estava constantemente tendo seu valor atualizado. Atualmente, com a inflação controlada, alto investimento em estoque significa incorrer em diversos custos, tendo o custo de oportunidade como um dos principais. Além do mais, a política de compras nas empresas precisa atender as restrições orçamentárias, alocando os recursos da maneira mais racional possível.

Ballou (2008) classifica o estoque em cinco categorias, das quais se destacam para o presente trabalho as seguintes: Estoque Cíclico e Estoque de Segurança. Estoque Cíclico, afirma o autor, é o estoque utilizado para suprir a demanda prevista calculada para ocorrer entre os intervalos de reabastecimento. Porém, como ocorre na grande maioria dos casos, tanto a previsão da demanda quanto os prazos de ressuprimento não são estabelecidos com total certeza; daí a necessidade de existir o Estoque de Segurança, que serve para diminuir o risco da falta de material.

2.2

Nível de Serviço (NS)

Ballou (2008) afirma que o nível de serviço ou *fill rate* está diretamente relacionado com a disponibilidade do produto na prateleira. Bowersox e Closs (2001) acrescentam que disponibilidade é ter o produto em estoque no momento

em que ele é desejado pelo cliente e que o nível de serviço deve ser um objetivo fixado pela alta administração. O nível de serviço para um único item pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula (Ballou, 2008):

$$\text{Nível de Serviço} = 1 - \frac{\text{Número esperado de unidades faltantes}}{\text{Demanda total}} \quad (2.1)$$

Porém, como ressalta o autor, os clientes normalmente não compram apenas um item, e satisfazer por inteiro o pedido do cliente é mais difícil do que atender aos pedidos de itens separadamente.

Supondo que um determinado cliente venha a solicitar uma calça cinza tamanho 42 (NS=0,9) e um par de tênis 41 (NS=0,95), o atendimento desse pedido na sua totalidade terá a seguinte probabilidade de sucesso: $0,9 \times 0,95 = 0,855$.

O Nível de Serviço está relacionado com a política de estoque de segurança mantida pela empresa e, normalmente, quanto maior o nível de serviço desejado, maior será o estoque de segurança necessário. Essa relação entre nível de serviço e estoque de segurança será mais detalhada na Seção 2.7.

2.3

Segmentação dos Materiais

Ballou (2008) ensina que “Nem todos os produtos devem ter o mesmo nível de serviço aos clientes”, partindo dessa premissa, é comum os administradores gerenciarem seus produtos em categorias diferenciadas.

A segmentação dos itens permite que os esforços sejam direcionados de maneira proporcional à importância ou às características das categorias dos produtos, ao invés de se fazer essa administração individualmente. Ao falarmos de centenas ou milhares de itens, podemos perceber que agrupar os itens em grupos permite um maior controle no gerenciamento. Há diversas maneiras de segmentar os materiais; a seguir serão apresentadas duas: Classificação ABC e XYZ.

2.3.1

Classificação ABC

Normalmente a curva ABC, também chamada princípio 80/20, permite identificar os itens que justificam atenção e tratamento adequados quanto à sua administração (Dias, 2011). Ela pode ser obtida baseando-se na ordenação do volume financeiro de vendas, sendo o grupo A, o grupo de itens mais importantes e que merecem uma atenção maior, constituído por cerca de 10% a 20% do total de itens, representando aproximadamente 60% a 80% do valor de vendas totais. O grupo B corresponde de 20% a 30% do total de itens com uma participação aproximada de 20% no total das vendas, e o grupo C, o grupo de itens menos importantes, com o restante dos itens. Cabe ressaltar que a quantidade de grupos bem como a respectiva faixa percentual deve ser adaptada a cada realidade enfrentada pelos gerentes.

2.3.2

Classificação XYZ

Essa classificação utiliza como critério o grau de criticalidade ou imprescindibilidade do material no desempenho das atividades realizadas. Ela baseia-se na importância para os usuários e para a organização.

De acordo com Barbieri & Machline (2006), essa classificação pode ser determinada por meio das respostas dadas as seguintes perguntas:

1. Esse item é essencial para alguma atividade vital da organização?
2. Esse item pode ser adquirido facilmente?
3. Esse item possui equivalente(s)?
4. Algum item equivalente pode ser adquirido facilmente?

Os autores destacam que essa classificação é passível de ser influenciada pela subjetividade do pessoal que irá realizá-la, pois pessoas mais prudentes tendem a elevar a classe do material no momento de fazer a segmentação.

Da mesma forma que a Classificação ABC, a XYZ permitirá aos gestores estabelecer níveis de serviços adequados às classes. Os itens da família Z, os mais

críticos, deverão receber atenção redobrada, pois a falta deles acarretará transtornos para a Organização; os itens da classe Y, criticidade média, nem tanto; e os itens X, por serem de fácil aquisição, não precisarão de esforço excessivo do gestor.

2.3.3

Uso combinado das Classificações ABC e XYZ

Tramarico, Marins e Salomon (2010) apud Szajubok, Alencar e Almeida (2006) alertam que a análise ABC exclusiva pode levar a distorções, uma vez que não considera a importância relativa do item em relação ao sistema.

Bowersox et al. (2007) acrescentam que existem situações em que o sistema de classificação pode se basear em diversos fatores, como por exemplo, utilizar a margem bruta de vendas e a importância do produto para os clientes. Afirmam ainda que ambos os índices poderiam ser ponderados ao invés de utilizar apenas o volume de vendas.

Tratar essas duas classificações em conjunto significa envidar os maiores esforços aos itens que pertençam às seguintes classes combinadas por ordem de prioridade decrescente: AZ, BZ, AY e BY.

2.4

Previsão da Demanda

Chopra e Meindl (2003) ensinam que a previsão de demanda constitui-se na primeira medida a ser tomada pelo gerente da cadeia de suprimentos. Estimar a demanda é fundamental para que o gestor possa estabelecer níveis de estoque coerentes com a política de serviço ao cliente estabelecida pela instituição mantendo como foco alcançar o menor custo.

De acordo com Chopra e Meindl (2003), os gerentes devem estar cientes de que as previsões apresentam as seguintes características:

1. As previsões estão sempre erradas, daí a necessidade de levar em consideração o erro de previsão esperado no planejamento;

2. As previsões a longo prazo são normalmente menos precisas que as de curto prazo, tendo em vista a maior probabilidade de que ocorram eventos extraordinários que alterem a preferência do consumidor;
3. As previsões agregadas são normalmente mais precisas que as previsões desagregadas. Por exemplo, a demanda estimada do item calça cinza será mais precisa do que a demanda prevista da mesma calça no tamanho 42.

Tanto para Chopra e Meindl (2003) quanto para Silver et al. (1998), as empresas devem equilibrar os fatores objetivos e subjetivos ao prever a demanda, porque o gerente diretamente envolvido no processo pode ter acesso a informações do mercado que não estarão disponíveis nos dados históricos da demanda.

As previsões de demanda podem ser abordadas de duas maneiras: “de cima para baixo” (*top-down*) que consiste em realizar previsões de vendas consolidadas a nível nacional, para em seguida decompô-las em suas diversas lojas varejistas com taxa de rateio proporcional a participação histórica de vendas e a abordagem “debaixo para cima” (*bottom-up*), onde a previsão é realizada de forma descentralizada pelos varejos e posteriormente agregada a nível nacional.

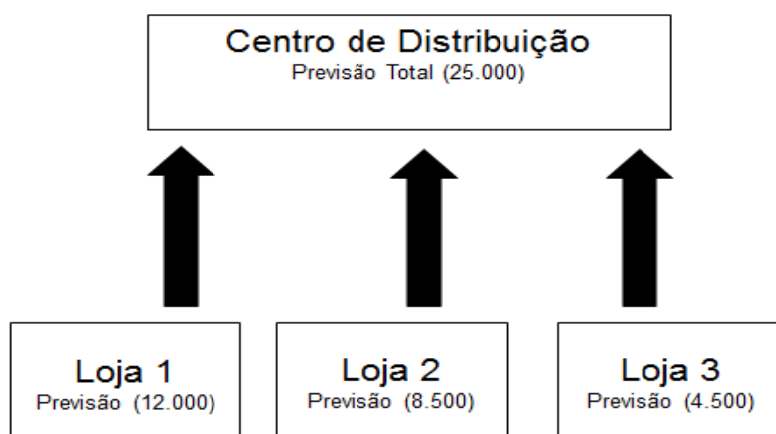


Figura 2.1: Exemplo de abordagem bottom-up
Fonte: Autor

De acordo com Julianelli (2004), existem aspectos positivos e negativos em ambas as abordagens; entretanto, se a previsão de vendas for utilizada para organizar os calendários de distribuição, a abordagem *Bottom-Up* provavelmente deverá ser a escolhida.

2.4.1

Efeito Chicote

Dornier et al. (2000) explicam que as distorções na informação da demanda aumentam à medida que nos afastamos do cliente final ao longo da cadeia de suprimento.

Esse fenômeno, conhecido como Efeito Chicote (*bullwhip effect*), recebe esse nome porque seu efeito é similar ao “bater de um chicote”, pois uma pequena variação na demanda do cliente final (mercado) tende a ir aumentando à medida que avança na demanda dos fornecedores a montante da cadeia.

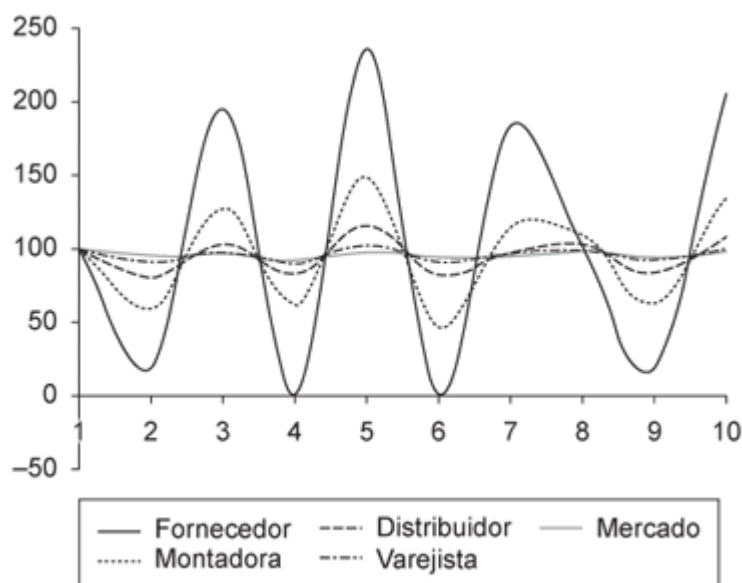


Figura 2.2: Ilustração gráfica do efeito chicote numa cadeia de abastecimentos fictícia.

Fonte: Adaptado de Slack et al. (1999), apud Coelho, et al. (2009)

Os autores apresentam diversas causas do efeito chicote, dentre elas os tipos de incentivos dados nas empresas que geram um medo exagerado de falta de material aos seus gerentes; atualização da previsão de demanda cujas técnicas

alocam peso substancial na última demanda real; pedidos em lotes que levam a empresa a acumular a demanda antes de colocar um pedido; flutuação dos preços, como por exemplo, descontos oferecidos, que fazem com que clientes comprem em quantidades maiores que as necessárias, atrasando em seguida as próximas compras, e jogo de racionamento e falta onde são alocados produtos proporcionalmente aos pedidos dos clientes tendo como consequência, propositais exageros nos pedidos realizados pelos mesmos como forma de compensação.

Como soluções para atenuar os efeitos negativos do Efeito Chicote, Bowersox et al. (2007) ensinam que o planejamento de níveis de estoques para qualquer elo precisa levar em consideração a demanda final dos itens pelos clientes, e não a demanda proveniente dos elos a jusante.

Em consonância, Destro (2011) afirma que o consumidor final deve ser considerado como o principal direcionador para a estimativa de demanda e, portanto, deve haver o compartilhamento das informações e sincronização de estimativas de demanda entre os elos a fim de possibilitar um valor consensual único para cada um dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos.

Coelho et al. (2009) ressaltam que haverá efetivamente uma redução do impacto do efeito chicote se, adicionalmente ao compartilhamento de informações de vendas, houver a troca de informações estratégicas das empresas de toda a cadeia.

2.4.2

Métodos de Previsão

Os métodos de previsão são, segundo Ballou (2008), normalmente classificados nas seguintes categorias: qualitativas, de séries temporais e causais.

Os métodos qualitativos são mais adequados nas situações em que existam poucos dados históricos ou para previsões de médio a longo alcance. Esses métodos recorrem ao julgamento de especialistas do mercado, que levam em consideração intuição, técnicas comparativas ou pesquisas realizadas.

Os métodos de séries temporais utilizam as observações da demanda do passado para projetar o futuro. Conforme ensinam Bowersox et al. (2007), esses métodos são considerados reativos por natureza, uma vez que só detectam mudanças a partir do conhecimento de novos dados de demanda. Eles são

utilizados para curto prazo e são mais indicados quando o padrão básico da demanda (tendência e sazonalidade) é mais estável;

Os métodos de previsão causais se baseiam na relação de causa-e-efeito de fatores independentes. Um exemplo de aplicação desse método seria o de prever o incremento na demanda de carne de frango motivado pelo aumento no preço da carne bovina.

Segundo Bowersox et al. (2007), de um modo geral, o profissional de logística deve ater-se às previsões de curto prazo, que servirão para controlar seu estoque, planejar a distribuição e tarefas semelhantes. Prosseguem os autores afirmando que os métodos “simples” de séries temporais geralmente apresentam resultados tão bons ou melhores do que os métodos mais complexos.

Nesse estudo será utilizada a metodologia de séries temporais, considerando métodos encontrados em Chopra e Meindl (2003) e Chase et al. (2006).

2.4.3

Métodos de Previsão de Séries Temporais

Chopra e Meindl (2003) ensinam que a demanda observada pode ser desmembrada entre um componente sistemático, que mede o valor esperado da demanda, e um componente aleatório, que é a parte que não é possível ser explicada pela demanda atual, pelos padrões históricos ou pela sazonalidade. É impossível, por definição, a empresa prever esse componente, entretanto ela pode prever sua dimensão e variabilidade. Tem-se que:

$$\text{Demanda observada} = \text{Componente sistemático} + \text{Componente aleatório} \quad (2.2)$$

O componente sistemático, por sua vez, consiste nos seguintes fatores:

- Nível: demanda atual dessazonalizada;
- Sazonalidade: variação recorrente da demanda em períodos regulares do ano. Um exemplo é a demanda por casacos, que sofre variação positiva nos meses de inverno.

- Tendência: taxa de declínio ou aumento da demanda observada nas últimas séries.

A seguir, serão analisados os seguintes métodos de séries temporais que, conforme dito anteriormente, são mais indicados nas situações em que se espera que a demanda presente siga os padrões históricos:

1. Suavização exponencial simples é usada para previsão de séries bem representadas por um método constante em que não se observa tendência nem sazonalidade;
2. Suavização exponencial de séries com tendência (método de Holt) é o método adequado para métodos lineares em que se observa tendência, mas não sazonalidade; e
3. Suavização exponencial de séries com tendência e com variações sazonais (método de Winter) é usada em séries em que, além da tendência, se observa variações na demanda devido à época do ano (sazonalidade).

2.4.3.1

Suavização exponencial simples

Método utilizado quando não se observa tendência nem sazonalidade na demanda (modelo constante), ou seja, o componente sistemático da demanda é formado somente pelo nível, sendo seu modelo representado pela seguinte equação:

$$D_t = a + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

onde:

D_t = demanda observada no período t;

a = nível da demanda; e

ε_t = componente aleatório da demanda no período t.

As equações de previsão utilizadas são as seguintes:

$$L_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (2.4)$$

$$F_t = L_0 = L_t \quad (2.5)$$

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)L_t \quad (2.6)$$

onde:

$L_0 =$ Estimativa inicial de nível ;

$n =$ Números de períodos observados;

$F_{t+1} =$ Previsão de demanda para o período $t + 1$;

$L_t =$ Estimativa de nível para o período t

Inicialmente é estimado o nível com a média de todos os dados históricos de vendas. (Equação 2.4). Esse resultado será a previsão para o período seguinte (Equação 2.5). Em seguida, depois de realizada a demanda no período t , as previsões passam a ser efetuadas utilizando a Equação 2.6.

Como pode ser observado na Equação 2.6, as estimativas do nível são revisadas a cada observação de demanda a qual será multiplicada por α , que pode variar entre 0 e 1, e representa o “peso” que se quer dar à última demanda observada em detrimento às anteriores. Quanto maior for o valor de α , maior será a influência do evento mais recente na previsão, ao passo que α muito baixo tornará o método mais estável e menos responsivo a observações recentes (CHOPRA e MEINDL 2003).

Como exemplo, supondo que a média das últimas 29 demandas mensais observadas de pares de meias preta seja de 99 unidades e que a última demanda observada para esse mesmo item tenha sido de 120 (demanda observada do período 30). Utilizando $\alpha = 0,3$ atingiremos a seguinte previsão de demanda para o período 31:

$$0,3 * 120 + (1-0,3) * 99 = 105,3 \text{ aproximando-se para } 105 \text{ unidades}$$

2.4.3.2

Suavização exponencial de séries com tendência (método de Holt)

Método adequado quando os dados de vendas históricos apresentam tendência substancial, quer seja positiva ou negativa, mas não apresentam sazonalidade. Para esse método, o componente sistemático é considerado como a soma do nível com a tendência e é representado pelo seguinte modelo:

$$D_t = a + bt + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

onde:

$bt =$ tendência no período t

Este método trabalha com as seguintes equações:

$$F_{t+1} = L_t + T_t \quad (2.8)$$

$$F_{t+n} = L_t + n T_t \quad (2.9)$$

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha) (L_t + T_t) \quad (2.10)$$

$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t \quad (2.11)$$

onde:

$T_t =$ Estimativa de nível ao final do período t ; α

$=$ constante de suavização para o nível; β

$=$ constante de suavização para a Tendência

As estimativas iniciais de nível e de tendência são obtidas através da regressão linear entre a Demanda D e o período de tempo t , uma vez que a relação entre ambos é linear. Assim, a estimativa inicial para o nível corresponderá ao coeficiente linear obtido dessa regressão e a tendência inicial corresponderá ao coeficiente angular. O cálculo de regressão linear pode ser realizado com uso da ferramenta de análise do Excel®, adicionando-se a linha de tendência e solicitando a exibição da equação do gráfico. Para o período $t+n$, a previsão deve ser calculada pela Equação (2.9) e a atualização das estimativas pelas Equações (2.10) e (2.11).

2.4.3.3

Suavização exponencial de séries com tendência e com variações de estação (método de Winter)

Método indicado quando o modelo sistemático que, além de possuir nível e tendência, tenha também um terceiro fator denominado sazonalidade.

$$D_t = (a + bt) S_t + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

onde S_t corresponde ao fator de sazonalidade.

Existe também o modelo sazonal aditivo que é representado pela equação:

$$D_t = (a + bt + S_t) + \varepsilon_t \quad (2.13)$$

As vendas observadas nesse trabalho, porém, seguem mais tipicamente o método multiplicativo dado pela Equação (2.12).

As equações utilizadas para o método são as seguintes:

$$F_{t+n} = (L_t + nT_t) S_{t+n} \quad (2.14)$$

$$L_{t+1} = \alpha \left(\frac{D_{t+1}}{S_{t+1}} \right) + (1 - \alpha) (L_t + T_t) \quad (2.15)$$

$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t \quad (2.16)$$

$$S_{t+p+1} = \gamma \left(\frac{D_{t+1}}{L_{t+1}} \right) + (1 - \gamma) S_{t+1} \quad (2.17)$$

onde:

γ é a constante de suavização do índice de sazonalidade.

Primeiramente são calculados os índices sazonais, conforme será explicado na Seção 3.10, em seguida elimina-se a sazonalidade dos dados de demanda originais; tanto o nível quanto a tendência são estimadas executando-se a regressão linear entre a demanda dessazonalizada e os períodos. Para o período $t+n$, a previsão deve ser calculada pela Equação 2.14 e a atualização das estimativas pelas Equações 2.15, 2.16 e 2.17.

Cabe acrescentar que, segundo Ballou (2008), para que esse método possa ser aplicado, é preciso cumprir duas condições:

1. Os picos e vales no padrão da demanda precisam ter um motivo conhecido, e devem ocorrer na mesma época todos os anos.
2. A variação sazonal deve ser maior do que as variações aleatórias ou “ruídos”.

2.5

Medidas de Erro das Previsões

Erro de previsão é a diferença entre a demanda real e a demanda prevista, podendo ser expresso da seguinte forma:

$$\varepsilon_t = F_t - D_t \quad (2.18)$$

Como afirmado anteriormente, as previsões estão sempre erradas, uma vez que calculam o componente sistemático da demanda e não o aleatório. Vale ressaltar, que esse último, não pode e não deve ser calculado. Entretanto, essa componente deve ser analisada, pois conforme ensinam Chopra e Meindl (2003) essa análise servirá para atender dois propósitos:

1. Verificar se o método de previsão escolhido está prevendo o componente sistemático da demanda sem superestimar ou subestimar a previsão de vendas. No caso de erros “otimistas”, ou seja, demanda real menor que a prevista, haverá uma tendência de ocorrer excesso de estoque com o conseqüente aumento de custo para manutenção do mesmo;
2. Preparar plano de contingência responsável por minimizar o impacto de erros que extrapolem a normalidade. Esse plano deve ser estimado com uma antecedência mínima equivalente ao período necessário à reposição do estoque (*lead time*) pelo fornecedor.

Como medidas de erros, temos:

1. Desvio Absoluto (A_t): sendo calculado como o valor absoluto do erro no período t , ou seja,

$$A_t = |\varepsilon_t| \quad (2.19)$$

Esse artifício de considerar o valor absoluto do erro, ignorando o sinal negativo ou positivo tem a funcionalidade de evitar com que erros positivos

anulem erros negativos no momento de calcular o Desvio Absoluto Médio (DAM), que é a média do desvio absoluto até o período.

2. Desvio Absoluto Médio (DAM):

$$DAM_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \quad (2.20)$$

Supondo que o componente aleatório seja distribuído normalmente, observa-se a seguinte relação entre DAM e a estimativa do desvio-padrão do erro de previsão:

$$Se = 1,25 \text{ DAM} \quad (2.21)$$

3. Erro quadrado médio (EQM): estima a variância do erro de previsão, podendo ser expressa por meio da seguinte fórmula:

$$EQM = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \varepsilon_t^2 \quad (2.22)$$

A vantagem dessa medida de erro é que ela pune com mais rigor os grandes erros do que os pequenos, uma vez que os eleva ao quadrado (Bowersox e Closs 2001). A estimativa do desvio padrão do erro de previsão é:

$$Se = \sqrt{EQM} \quad (2.23)$$

4. Erro absoluto médio percentual (EAMP) é a razão entre o erro absoluto médio e a demanda observada, expressa em porcentagem. É uma boa medida para avaliar o impacto do erro da previsão em relação a demanda real. Por exemplo, um erro absoluto médio de 100 para uma demanda de 10.000 representa apenas 1%; entretanto, para uma demanda real de 200, representará 50%, indicando que o método de previsão não é adequado. (Bowersox e Closs 2001).

$$EAMP_n = \sum_{t=1}^n \frac{\left| \frac{\varepsilon_t}{D_t} \right|}{n} 100 \quad (2.24)$$

2.5.1

Medindo o viés

Há viés ou erro sistemático se a previsão estiver consistentemente acima ou abaixo da demanda observada. Formalmente, o viés é o valor esperado (médio) do erro de previsão. Numa previsão não enviesada o erro oscilará em torno de zero. Ao ser detectado, a previsão deve ser alterada visando uma maior precisão.

Existem duas maneiras de se detectar a presença de viés:

- Visualmente, através da construção de um gráfico da soma cumulativa dos erros; e
- Calculando e monitorando a razão do viés da previsão (TS).

Da primeira maneira, deve-se construir um gráfico cujo eixo das abcissas corresponda aos períodos (n) e o eixo das ordenadas corresponda ao somatório dos erros de previsão, calculado pela seguinte equação:

$$SC_n = \sum_{t=1}^{n-1} \varepsilon_t + \varepsilon_n \quad (2.25)$$

Os pontos formados por esses pares de números ao serem ligados formarão uma reta. O desejável é que a inclinação dessa reta seja zero.

Da segunda forma, calcula-se a razão de viés (TS) utilizando a seguinte equação:

$$TS = \frac{SC_n}{DAM_n} \quad (2.26)$$

Conforme advertem Chopra e Meindl (2003), o TS deve ficar entre os limites de ± 6 . Caso a previsão apresente a razão do viés abaixo de -6 (demanda subestimada) ou acima de +6 (demanda superestimada), deve-se optar a escolha de um novo método.

No exemplo a seguir, vemos a aplicação prática desses dois métodos de monitoramento de viés: Por meio do gráfico da soma cumulativa de previsão (Figura 2.3), é possível constatar que o método que vinha sendo utilizado foi adequado até o final do período 5 (previsão do período 6). Da previsão do período 7 em diante, a reta da soma cumulativa do erro assume inclinação, indicando viés,

evidenciando portanto que o método de previsão aplicado passou a ser incorreto. Aplicando a razão do viés da previsão, também podemos constatar essa afirmação observando a Tabela 2.1, uma vez que o TS ultrapassa +6 no período 7, indicando que a demanda está subestimada e que é preciso empregar um novo método de previsão.

Tabela 2.1 – Simulação do erro de previsão e soma cumulativa do erro

| Período (t) | Demanda (Dt) | Previs. (Ft) | Erro (Et) | Soma Cumul. (SCt) | Erro Abs. (At) | DAMt | TS (razão de viés) | Erro Quad | Erro Perc. |
|-------------|--------------|--------------|-----------|-------------------|----------------|-------|--------------------|-----------|------------|
| 1 | 44 | 39,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 1,00 | 25,00 | 11% |
| 2 | 43 | 43,50 | -0,50 | 4,50 | 0,50 | 2,75 | 1,64 | 0,25 | -1% |
| 3 | 46 | 44,33 | 1,67 | 6,17 | 1,67 | 2,39 | 2,58 | 2,78 | 4% |
| 4 | 48 | 45,25 | 2,75 | 8,92 | 2,75 | 2,48 | 3,60 | 7,56 | 6% |
| 5 | 50 | 46,20 | 3,80 | 12,72 | 3,80 | 2,74 | 4,64 | 14,44 | 8% |
| 6 | 51 | 47,00 | 4,00 | 16,72 | 4,00 | 2,95 | 5,66 | 16,00 | 8% |
| 7 | 51 | 47,57 | 3,43 | 20,15 | 3,43 | 3,02 | 6,67 | 11,76 | 7% |
| 8 | 82 | 51,88 | 30,13 | 50,27 | 30,13 | 6,41 | 7,84 | 907,52 | 37% |
| 9 | 89 | 56,00 | 33,00 | 83,27 | 33,00 | 9,36 | 8,89 | 1.089,00 | 37% |
| 10 | 91 | 59,50 | 31,50 | 114,77 | 31,50 | 11,58 | 9,91 | 992,25 | 35% |
| 11 | 95 | 62,73 | 32,27 | 147,04 | 32,27 | 13,46 | 10,93 | 1.041,53 | 34% |
| 12 | 123 | 67,75 | 55,25 | 202,29 | 55,25 | 16,94 | 11,94 | 3.052,56 | 45% |

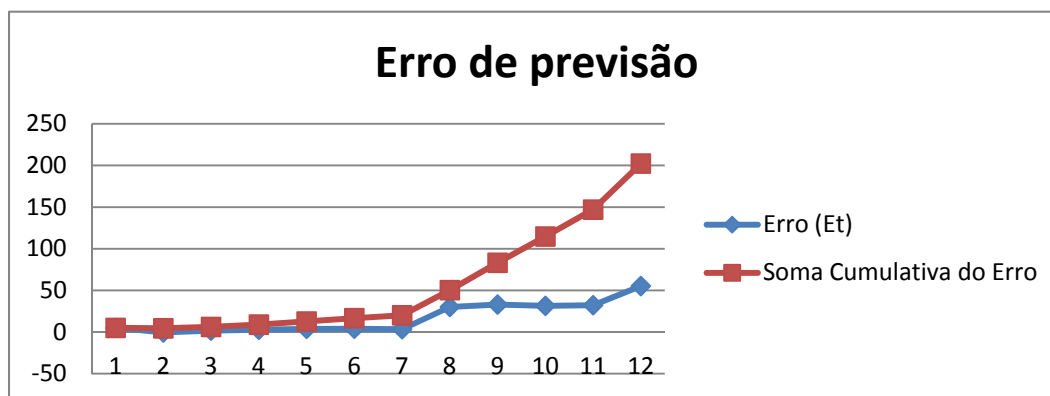


Figura 2.3 – Gráfico do erro de previsão e da soma cumulativa do erro

2.6

Política de Estoques

A coordenação do fluxo de produtos das empresas pode ser organizada sob dois conceitos ou filosofias, conhecidos como “puxar” e “empurrar”.

O conceito de “puxar”, conforme ensina Ballou (2008), leva em conta apenas as condições locais, sendo a previsão realizada e o pedido colocado, tomando por base apenas as necessidades específicas individuais do armazém, por exemplo. Como resultado, essa filosofia possibilita um controle mais preciso sobre os níveis de estoque de cada local.

O método de “empurrar” distribui os estoques aos armazéns de forma centralizada, baseados em projeções de necessidades de cada local. Ballou (2008) ensina que esse é o método normalmente usado quando as economias de escala de compra ou produção são superiores às economias derivadas da manutenção de quantidades menores de estoque no método “puxar”.

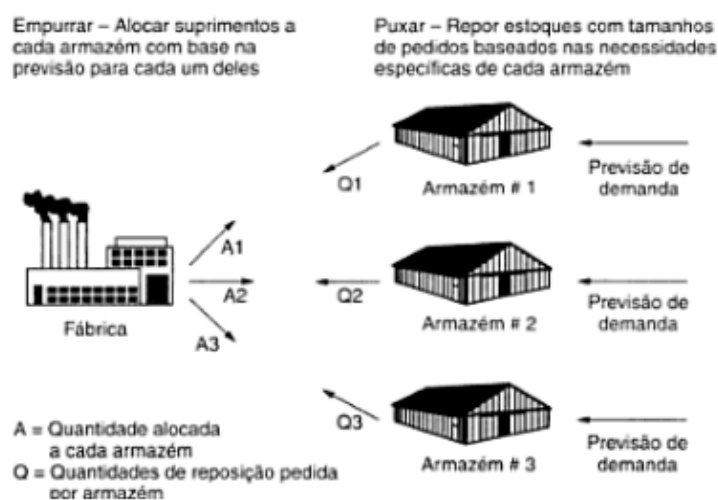


Figura 2.4: Filosofia de puxar e empurrar de gerenciamento de estoques
Fonte: Ballou (2008)

Conforme visto, a previsão de demanda é o ponto de partida para a tomada de decisões com relação à política de estoques. De posse dessa previsão, caberá ao administrador definir os momentos de ressuprimento e a quantidade a ser ressuprida.

Nesse estudo, será abordado o método desenvolvido por Ford Harris, cuja fórmula, conhecida como lote econômico de compra (LEC), obtém a quantidade ótima a ser pedida em função do equilíbrio obtido entre os custos de aquisição e o custo de manutenção de estoque.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad (2.27)$$

Em que:

Q^* = tamanho do pedido para reposição do estoque (quantidade de itens);

D = taxa de demanda anual dos itens, admitindo constante no tempo (unidades/ano);

S = custo de processamento do pedido (parcela fixa, independente do tamanho do lote);

C = custo unitário do produto; e

I = taxa de encargos sobre o estoque.

Partindo como premissa a adoção do LEC, serão apresentados dois sistemas de controle de estoques, conhecidos como método de ponto de pedido e método de revisão periódica, que, conforme advoga Ballou (2008), representam os fundamentos da maior parte das filosofias de gestão de tipo puxada.

2.6.1

Método de ponto de pedido

Esse método é caracterizado pela revisão contínua do estoque e estabelece que ao chegar a um determinado nível (ponto de pedido) um pedido deve ser disparado com a quantidade econômica (Q^*) pré-determinada. O intervalo entre pedidos normalmente é variável, uma vez que em geral a demanda é incerta.

O Ponto de Pedido (PP), considerando a incerteza da demanda e do prazo de entrega, é encontrado aplicando-se a seguinte fórmula:

$$PP = d \times LT + Es \quad (2.28)$$

onde:

d =demanda média por unidade de tempo;

LT =tempo médio de ressurgimento; e

Es = estoque de segurança.

2.6.2

Método de revisão periódica

Esse método é caracterizado pelo estabelecimento de revisões periódicas do estoque em intervalos predeterminados que são definidos tomando por base o LEC e a demanda. O pedido de reposição a ser disparado definirá a quantidade como a diferença entre uma quantidade máxima (M) e a quantidade disponível, diferença essa que normalmente terá um valor desigual ao obtido utilizando a Equação 2.27.

Esse método possibilita que o intervalo possa ser escolhido de forma a possibilitar o pedido de vários produtos, facilitando o processo de aquisição, e aproveitando os eventuais descontos no transporte (Rosa et al. 2010 *apud* Novaes; Alvarenga, 1994; Tubino, 2000).

Embora esse método apresente a necessidade de um estoque maior, os seus respectivos custos de manutenção são compensados pela redução dos custos administrativos, menores preços ou custos reduzidos de aquisição. (Ballou, 2008)

O intervalo de revisão é calculado da seguinte forma:

$$T^* = \frac{Q^*}{\text{Demanda anual}} \quad (2.29)$$

E o nível máximo de estoque pode ser calculado como:

$$M^* = d(T^* + LT) + Es \quad (2.30)$$

2.7

Estoque de Segurança

Peinado e Graeml (2007) ensinam que o estoque de segurança visa proporcionar certo nível de serviço pré-estabelecido em relação à disponibilidade em estoque, mediante as incertezas na demanda e nos prazos de ressurgimento. Por isso, ele é usado somente quando a demanda é mais alta que a prevista ou o prazo de ressurgimento é superior ao esperado.

A fórmula seguinte, utilizada para o cálculo do estoque de segurança, considera tanto a demanda pelo item em estoque quanto o tempo de ressuprimento como variáveis aleatórias independentes e contínuas pode ser encontrada em Wanke (2003) bem como os demais conceitos apresentados nessa Seção:

$$Es = k * \sqrt{(TR * Sd)^2 + (D * Str)^2 + (Sd * Str)^2} \quad (2.31)$$

onde,

k= número de desvios-padrão que corresponde ao nível desejado de Probabilidade de Não Faltar o Produto (PNFP) em estoque supondo a demanda no tempo de resposta normalmente distribuída.

TR = duração do tempo médio de ressuprimento;

Sd = desvio-padrão da demanda no tempo de ressuprimento

D = demanda de vendas no tempo de ressuprimento

Str = desvio-padrão do tempo médio de ressuprimento

Wanke (2003) alerta que é mais apropriado utilizar o desvio-padrão do erro de previsão (Se) ao invés do desvio-padrão da demanda (Sd), uma vez que a variância do erro de previsão tende a ser maior que a variância da estimativa da demanda. Portanto, utilizar o maior número no cálculo do estoque de segurança permite ao gerente uma posição mais conservadora. Reescrevendo a Equação (2.31), com a substituição do Sd pelo Se, obtemos a seguinte:

$$Es = k * \sqrt{(TR * Se)^2 + (D * Str)^2 + (Se * Str)^2} \quad (2.32)$$

Ressalta o autor, que a Equação (2.32) calcula o Estoque de Segurança para uma Probabilidade especificada de Não Faltar Produto (PNFP). Essa probabilidade permite determinar o estoque de segurança em termos de um número (k) de desvios-padrão supondo a demanda no tempo de resposta normalmente distribuída (especificamente, sendo $\phi(\cdot)$ a densidade acumulada normal padrão, $1 - \phi(k)$ é a probabilidade de falta). Ou seja, mensura-se quais são as chances de se faltar determinado produto durante uma reposição e não a magnitude dessa falta. De acordo com o autor, numa cadeia de suprimentos típica, os indicadores mais utilizados nas relações entre fabricantes e varejistas e entre

varejistas e consumidor final são a Falta Esperada por Ciclo de Ressuprimento (FECRE), também chamado de Vendas Perdidas, e o Nível de Serviço (*Fill Rate*).

O FECRE pode ser calculado para cada ciclo de ressuprimento com o auxílio do Excel®, utilizando seguinte comando:

$$\text{FECRE} = S_{D*TR} * \text{DIST.NORM}(K;0;1;0) - S_{D*TR} * [1 - \text{NORM}(K;0;1;0)]$$

O FECRE servirá como base para estimar o Nível de Serviço ou *Fill Rate*, que conforme afirma Wanke (2003) é o normalmente usado pelas empresas ao avaliarem a qualidade de seu serviço sendo calculado utilizando a Equação (2.1).

2.8

Custo Relevante Total

Faria e Costa (2010), *apud* IMA (1992), ensinam que os Custos Logísticos são os custos de planejar, implementar e controlar todo o inventário de entrada (*inbound*), em processo e de saída (*outbound*), desde o ponto de origem até o ponto de consumo.

Esses custos englobam, dentre outros, os custos atinentes à tecnologia de informação, que por não fazerem parte do escopo desse estudo, não serão considerados. Será adotada a metodologia de Ballou (2008) que considera três importantes classes gerais de custos para poder fazer a comparação entre políticas de estoques distintas, que são: os custos de aquisição, de manutenção do inventário e de falta de estoques. Assim, o custo relevante total (CRT) é dado por:

$$\text{CRT} = \text{Custo de aquisição} + \text{Custo da manutenção dos estoques} + \text{Custo da falta de estoque} \quad (2.33)$$

2.8.1

Custo de aquisição

O custo de aquisição conforme explica Ballou (2008) pode incluir, dentre outros, o preço de compra ou custo de fabricação do produto conforme as quantidades pedidas, o custo de emissão do pedido pelo departamento de compras, o custo de transporte do produto e o custo de processamento dos produtos no ponto de recepção.

2.8.2

Custo de manutenção do estoque

O custo de manutenção de estoque é o custo incorrido para manter o estoque disponível (Bowersox e Closs, 2001) e o seu valor corresponde ao custo unitário de manutenção de cada item multiplicado pelo estoque médio. Ballou (2008) divide esse custo nas seguintes classes: custo de espaço, custos de capital, custos de serviço de estocagem e custos de risco de estocagem.

- Custo de espaço: é o custo de aluguel de armazéns públicos, calculado em função do volume utilizado. Ressalta Faria e Costa (2010) que o custo de armazenagem que não varia em função do volume é considerado fixo e não deve compor o custo de manutenção de estoque;
- Custo de capital: também conhecido como custo de oportunidade do estoque, esse custo representa o quanto a empresa teria de retorno sobre o capital imobilizado em estoque se utilizasse esse capital em outro investimento. Faria e Costa (2010) ensinam que para o cálculo da taxa de oportunidade deve se considerar o tipo de investimento que se faria, caso os recursos fossem aplicados em outros ativos.
- Custos dos serviços de estocagem: são os custos relativos aos seguros e aos impostos incidentes sobre o estoque disponível. No caso do Brasil, deve-se desconsiderar os impostos, posto que não existem tais tributos.
- Custos dos riscos de estocagem: esses custos incluem deterioração, roubos, danos ou obsolescência (Ballou, 2008).

2.8.3

Custo de falta de estoques

Esse custo é decorrente da falta do produto no momento em que é demandado pelo cliente. Ballou (2008) divide esse custo em dois tipos: o das vendas perdidas e o de pedidos atrasados.

O custo de vendas perdidas é de difícil mensuração, uma vez que esse custo não representa apenas o lucro que a empresa deixou de realizar, mas também o possível efeito negativo decorrente dessa ruptura do estoque nas vendas futuras. Produtos para os quais o cliente encontra mais facilidade em encontrar alternativas em concorrentes estão sujeitos a custo de vendas perdidas superiores. Calcular esse custo exige uma parcela de arbitrariedade em sua mensuração, daí, uma forma conservadora em calcular esse custo, deixando de fora as questões relativas à imagem da marca e a fidelidade do cliente, é avaliar exclusivamente o prejuízo relativo a não venda do produto pela sua indisponibilidade. (Lima 2003)

Neste caso, para calcular o custo de venda perdida utiliza-se o conceito de margem de contribuição unitária do produto (MCU) que é a diferença entre o preço de venda e a parcela variável dos gastos de um produto. O resultado da MCU multiplicado pela quantidade de itens que deixaram de ser vendidos será o custo de venda perdida (CVP). Assim, podemos utilizar as seguintes equações:

$$\text{MCU} = \text{Preço de venda} - \text{Gastos variáveis} \quad (2.34)$$

$$\text{CVP} = \text{MCU} * \text{vendas perdidas} \quad (2.35)$$

O custo de pedidos atrasados é o custo decorrente de esforços logísticos adicionais para atender ao cliente que se propôs a esperar o atendimento do seu pedido. Por exemplo, um item enviado por modal aéreo para atender a determinado cliente, quando normalmente iria por meio rodoviário, tem como custo de pedido em atraso a diferença entre os dois transportes.

3

Estudo de Caso

3.1

Sistema de Abastecimento da Marinha SAbM - Definição

Conforme postula Brasil (2006):

Entende-se por SAbM o conjunto constituído de Órgãos, processos e recursos de qualquer natureza, interligados e interdependentes, estruturado com a finalidade de promover, manter e controlar o provimento do material necessário à manutenção das Forças e demais Órgãos Navais em condição de plena eficiência.

É preciso que fique claro que o SAbM é responsável pelo provimento de diversas categorias de material, dentre eles, material de saúde, gêneros alimentícios, sobressalentes de navios, armamento, etc., entretanto, ressalta-se que nessa dissertação, será abordado apenas o fardamento.

Ainda de acordo com a citada norma, “abastecimento” tem o propósito de prever e prover o material necessário para a manutenção das Organizações Militares (OM) da Marinha em condições de plena eficiência.

Assim, falar do serviço do SAbM significa englobar as seguintes fases abaixo:

- Determinação de necessidades: Essa fase é responsável por responder as seguintes perguntas: O QUÊ, QUANDO E ONDE o material deverá estar disponível. As fases subsequentes serão desenvolvidas a partir dessa;
- Obtenção: Fase onde são tomadas as medidas para aquisição do material indicado pela Determinação de Necessidades. Ela só é finalizada quando da chegada do material no Centro de Distribuição.
- Distribuição: Entrega aos usuários de todos os itens fixados pela determinação das necessidades e adquiridos na fase da Obtenção.

Nos próximos capítulos será abordada a primeira fase, utilizando a previsão de vendas na determinação da política de estoque de fardamento.

3.2

Fornecimento de Fardamento

O fornecimento de fardamento pode atender a três tipos de demanda:

- Incorporação: Os uniformes são entregues pelos PDUs/PEUs diretamente aos militares que ingressam na Marinha;
- CREDIFARDA: É um crédito destinado aos cabos, marinheiros, e alunos de escola de formação com o objetivo de custear a manutenção de seus uniformes. Esse crédito tem validade anual e como é um crédito criado pela MB, só é válido para utilização nos PDUs/PEUs;
- Venda: Ocorre quando os militares ou as OM compram as peças diretamente nos PDUs/PEUs.

Nos anos de 2007 a 2010 foram registrados os fornecimentos abaixo:

Tabela 3.1: Modalidades de fornecimento em mil Reais

| ANO | CREDIFARDA | VENDAS | INCORPORAÇÃO | TOTAL |
|------|------------|-----------|--------------|------------|
| 2007 | R\$ 6.884 | R\$ 2.867 | R\$ 6.443 | R\$ 16.194 |
| 2008 | R\$ 8.612 | R\$ 3.189 | R\$ 9.080 | R\$ 20.882 |
| 2009 | R\$ 8.691 | R\$ 4.146 | R\$ 8.570 | R\$ 21.407 |
| 2010 | R\$ 9.312 | R\$ 4.562 | R\$ 8.715 | R\$ 22.589 |

Fonte: o próprio autor

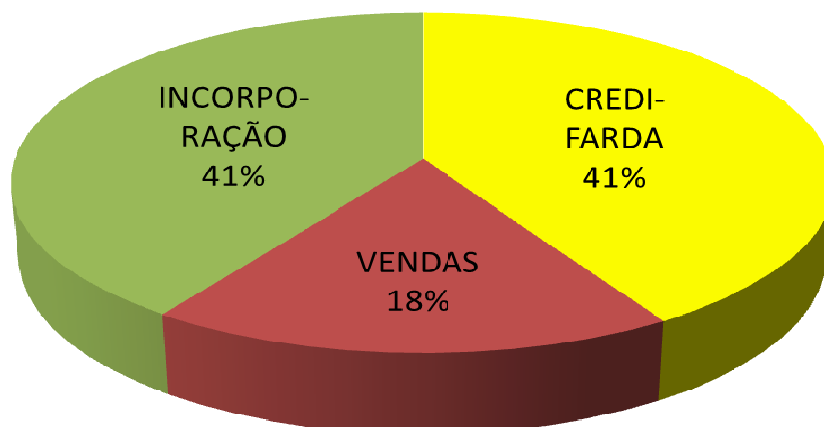


Figura 3.1: Participação em percentual das modalidades de fornecimento na MB no período 2007-2010

Fonte: o próprio autor

3.3

SAbM – Fardamento

De acordo com Pastore (2010):

A estrutura existente se equipara a de um mercado de varejo: um Centro de Distribuição principal que recebe, armazena e expede produtos; operadores logísticos que efetuam a distribuição dos itens e estabelecimentos (lojas), **onde os clientes efetuam suas compras. (grifo nosso)**

O fardamento então difere das outras linhas de fornecimento do SAbM devido ao fato de ter como seu principal “cliente” o indivíduo militar e não as Organizações Militares. Além disso, cabe enfatizar que o uniforme nas Forças Armadas desempenha funções importantes, tanto operativas, quanto administrativas.

O SAbM na área de fardamento engloba diversas OMs (Organizações Militares). A determinação de necessidades é elaborada pelo Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM), cabendo ao Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ) promover a obtenção. Os Fornecedores entregam o material diretamente ao Depósito de Fardamento da Marinha no Rio de Janeiro, que funciona como um Centro de Distribuição, recebendo, inspecionando, estocando e providenciando a distribuição para as “lojas” da Marinha espalhadas pelo território nacional (os PDUs e PEUs) onde serão “vendidos” os itens de fardamento. Para os PDU’s sitiados fora do estado do Rio de Janeiro a distribuição é apoiada pelo Depósito Naval da Marinha no Rio de Janeiro

A Figura 3.2 ilustra a estrutura logística adotada pela MB e gerenciada pelo Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM).

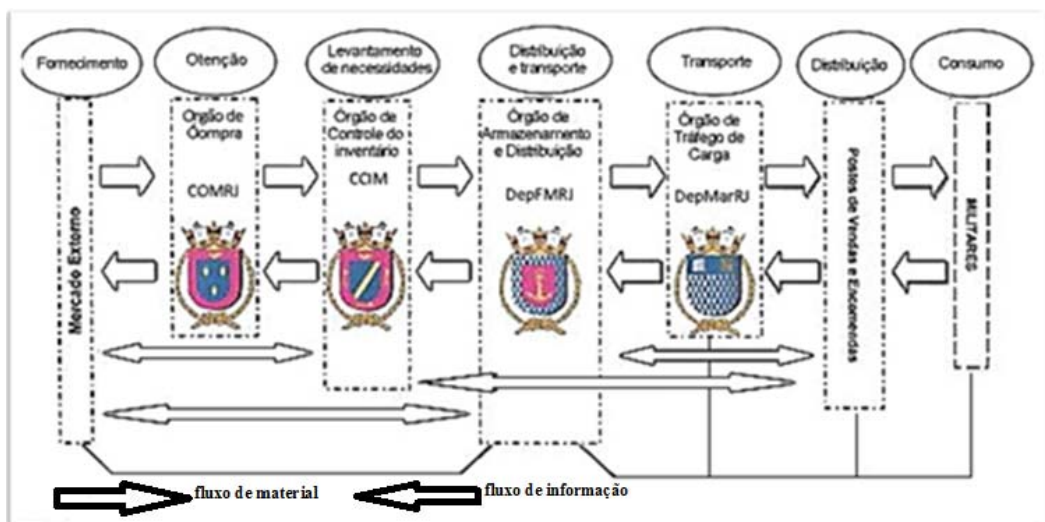


Figura 3.2 – Estrutura Logística do Fardamento
Fonte: Ferreira et al. 2010

3.4

Organização dos PDUs/PEUs

Como foi dito anteriormente, os PDUs servem como lojas de varejo que têm como propósito facilitar a distribuição de uniformes aos militares da ativa. Estas “lojas” são providas de área para estocagem do material “a grosso”, área de exposição e área para o fornecimento (venda).

Criado em 2002, o PEU foi concebido com o intuito de diminuir o estoque de uniformes na Marinha, uma vez, que as vendas nesses postos seriam efetuadas a partir de pedidos realizados pelos clientes, não havendo a necessidade de ter estoque, utilizando o método puxado (*pull*). Um PEU é um PDU com menos movimentação e sem estoque.

Conforme postula Brasil (2006) a responsabilidade pela administração dos PDUs e PEUs cabe às OM's onde estão localizados. A citada norma determina ainda que todos os PDUs e PEUs devem possuir um Gerente para manter sob sua administração direta todas as funções afetas ao bom desempenho de seus postos.

Na prática, observa-se que por não estar ligada à atividade fim das OM's onde estão localizadas, na maioria das vezes, a administração dessas “lojas” acaba sendo negligenciada, tendo à frente Gerentes que desconhecem as melhores práticas de logística e que assumem essas funções como um encargo colateral, não

procedendo com a atenção devida e necessária à administração do posto, em termos de gestão de estoques.

Cabe salientar que são esses mesmos gerentes dos PDU's, os responsáveis por emitirem os pedidos de material ao Depósito de Fardamento e que o SINGRA, sistema computacional que os apoia, apenas registra a demanda, não fornecendo as sugestões de encomendas ao Centro de Distribuição.

3.4.1

O PDU-COM 1 DN

Localizado no interior do Primeiro Distrito Naval, no centro da cidade, próximo à Candelária, o PDU-COM 1 DN é responsável por cerca de 20% da venda de todo o Fardamento e esse fato é ainda mais significativo, uma vez que este posto, como observado na Tabela 3.2, não atende a modalidade de fornecimento de incorporação.

Tabela 3.2: Modalidades de fornecimento em mil Reais no PDU Com1DN

| | CREDIFARDA | VENDAS | INCORPORAÇÃO | TOTAL |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| Total MB | R\$ 9.312.320 | R\$ 4.561.582 | R\$ 8.714.695 | R\$ 22.588.596 |
| PDU Com1ºDN | R\$ 3.871.907 | R\$ 827.595 | R\$ - | R\$ 4.699.502 |
| | 42% | 18% | 0% | 21% |
| PDU CIAMPA | R\$ 18.460 | R\$ 7.709 | R\$ 1.611.823 | R\$ 1.637.992 |
| | 0,2% | 0,2% | 18% | 7% |

Fonte: o próprio autor

3.5

Cenário

O planejamento de compras de fardamento para repletamento de itens no Centro de Distribuição (DepFMRJ) para o ano A+1 é realizado no início do ano A por uma Divisão do CCIM, baseado nas últimas requisições anuais efetuadas pelos PDU's/PEU's, cabendo então ao COMRJ executar a obtenção.

Esse planejamento compromete praticamente 80% de todo o orçamento anual destinado ao fardamento. A sobra orçamentária é utilizada durante o transcorrer do ano para a aquisição de novos itens a serem introduzidos na linha

de fornecimento ou para a reposição do estoque, verificada a necessidade pelo CCIM ao acompanhar o nível de estoque do Depósito.

Não existe capital de giro, uma vez que os recursos financeiros advindos das vendas diretas nos PDU e PEU são incorporados ao Fundo Naval, Fundo este que possui aplicação vinculada à aprovação legislativa anual.

O DepFMRJ, no que tange aos serviços de armazenagem, teve sua capacidade de trabalho diminuída sensivelmente ao longo dos anos, devido à aposentadoria de diversos funcionários, sem a devida reposição e a descontinuidade do contrato com empresa responsável pelos serviços de estiva e manobra de peso.

Nesse contexto, também se observa a diminuição de motoristas habilitados para fazer a distribuição do seu material.

Esses fatos vêm contribuindo para aumentar o tempo de separação e entrega do material aos PDU's/PEU's. É importante salientar que, com relação ao tempo de processamento e ocupação dos recursos humanos e materiais envolvidos, praticamente não há diferença em separar duas dezenas ou duas centenas de determinado item para atender a requisição de material (RM) de um PDU. A diferença está na quantidade de atendimento de RM's.

Os gerentes dos PDU's fazem as solicitações de reabastecimento de seus estoques ao CCIM, baseados em métodos empíricos. Cabe ao CCIM analisar esses pedidos, que são aproximadamente 30.000 ao ano, confrontando-os com o nível de estoque e com as previsões de vendas dos solicitantes. Essa análise do CCIM também é realizada valendo-se da experiência profissional de cada um, sem que seja utilizada nenhuma técnica especializada. O SINGRA não faz críticas a essas solicitações de ressurgimento, cabendo ao componente humano à avaliação da adequabilidade delas aos níveis de estoque e demanda projetada.

Em geral, observa-se que os gerentes dos PDUs, com o intuito de evitar críticas ao seu trabalho, procuram manter estoque elevado visando um alto nível de serviço, sem levar em consideração o custo envolvido para manter esse material imobilizado e nem a consequência disto para a sistemática de fardamento como um todo.

O ciclo de pedido do CCIM, que se inicia com a emissão do Pedido de Obtenção pelo CCIM ao COMRJ e é finalizado quando o item fica pronto para o fornecimento tem média aproximadamente igual a 3 meses com desvio-padrão de

20 dias, sendo ambos os dados extraídos do SINGRA. Esse ciclo tão alto para itens de fácil aquisição no comércio é explicado devido ao fato das compras governamentais precisarem atender aos ditames da lei de licitações. Além disso, objetivando manter o nível de qualidade, o material só é aceito e colocado em estoque pelo Depósito, após o mesmo passar por uma perícia minuciosa e ter sua qualidade atestada de acordo com os padrões estabelecidos pela Marinha. Essa perícia normalmente é realizada por órgãos extra-MB, como por exemplo, o SENAI-CETIQT em sua unidade no Rio de Janeiro, o que contribui para aumentar ainda mais o ciclo de pedido. Somente após a perícia conclusiva da qualidade e arrecadação do material ao estoque, o ciclo de pedido é encerrado.

O ciclo de pedido do PDU-COM1DN tem média aproximadamente igual a 30 dias e desvio-padrão de 2 semanas, de acordo com as observações realizadas.

Existem em torno de 3.100 produtos na linha de fornecimento do fardamento. Apesar do nível de estoque ser elevado, ocorrem constantes quebras de estoques (*stock outs*) o que contribui para diminuir a confiança dos usuários no SAbM.

Conforme explicado anteriormente, para gerenciar essa quantidade de itens diferentes é disponibilizada uma ferramenta de TI chamada SINGRA. O SINGRA é um sistema ERP inteiramente desenvolvido pela Marinha e atualmente está em fase de aperfeiçoamento.

O Sistema não fornece a sugestão de encomenda a ser efetuada pelos Gerentes dos PDU's, assim como não sugere a quantidade de material a ser adquirida pelo Gerente de Fardamento. A previsão de vendas projetada pelo SINGRA é fornecida item a item, o que dificulta a adoção do sistema, uma vez que despenderia muito tempo para obter os dados. Pode-se, contudo, extrair do SINGRA os estoques existentes nos PDU's /PEU's, bem como suas vendas realizadas.

Apesar de não haver uma pesquisa formal, acredita-se que a quota de mercado (*market share*) do SAbM no ramo de uniformes seja muito alta alcançando patamar próximo a 80%.

A alta direção já acenou que pretende elevar o *market share* a um patamar próximo de 100% no prazo de dois anos. Para alcançar esse objetivo, o SAbM irá implementar diversas táticas, como por exemplo o lançamento de plataforma de *e-commerce*, melhoria no atendimento das lojas e outras. Entretanto, essas táticas só

serão eficazes caso os itens de fardamento venham a estar disponíveis na prateleira.

3.6

Estruturação da Previsão Atual

Atualmente a previsão de vendas para o ano A+1 na Gerência de Fardamentos do CCIM é realizada por meio de planilha eletrônica do Excel®, com base na média das requisições efetuadas pelos PDU's/PEU's nos três anos anteriores acrescida de um percentual equivalente ao acréscimo financeiro nas vendas.

No PDU-COM1DN, o Gerente faz as requisições conforme observa que o nível de estoques das prateleiras está diminuindo. Utiliza também da experiência profissional ao aumentar os pedidos em períodos que notadamente a demanda é maior.

3.7

Aplicação dos Métodos de Previsão de Séries Temporais

A seguir serão aplicados os métodos estudados no capítulo 2, quais sejam, suavização exponencial simples, suavização exponencial de séries com tendência e suavização exponencial de séries com tendência e com variações de estação. Serão utilizados os dados coletados do SINGRA referente às vendas trimestrais de pares de meias pretas, item escolhido de forma aleatória, no PDU-COM1DN no período compreendido entre janeiro de 2007 e dezembro de 2011. A partir desses dados serão previstas as vendas para o ano de 2012. Nessa Seção pretende-se provar através de comparação das medidas de erros que o método de Winter é o mais adequado, embora a simples inspeção visual da Figura 3.3 já demonstre isso, pois o gráfico apresenta tendência de crescimento e um padrão sazonal a cada 4 períodos (trimestres).

Nota-se ainda, da esquerda para a direita no gráfico, a ampliação da variação (vertical) do ciclo sazonal, o que coincide com o crescimento da média das vendas, indicando que o método de sazonalidade adequado a ser aplicado é o multiplicativo, Equação (2.12).

Tabela 3.3 – Demanda meia preta

| Período | Q | Período | Demanda |
|-------------|----|---------|---------|
| 2007 | Q1 | 1 | 4.812 |
| | Q2 | 2 | 5.404 |
| | Q3 | 3 | 4.044 |
| | Q4 | 4 | 3.687 |
| 2008 | Q1 | 5 | 5.639 |
| | Q2 | 6 | 8.000 |
| | Q3 | 7 | 4.629 |
| | Q4 | 8 | 5.153 |
| 2009 | Q1 | 9 | 9.052 |
| | Q2 | 10 | 7.258 |
| | Q3 | 11 | 8.511 |
| | Q4 | 12 | 4.246 |
| 2010 | Q1 | 13 | 11.017 |
| | Q2 | 14 | 8.992 |
| | Q3 | 15 | 6.401 |
| | Q4 | 16 | 4.558 |
| 2011 | Q1 | 17 | 15.881 |
| | Q2 | 18 | 10.330 |
| | Q3 | 19 | 8.101 |
| | Q4 | 20 | 6.504 |

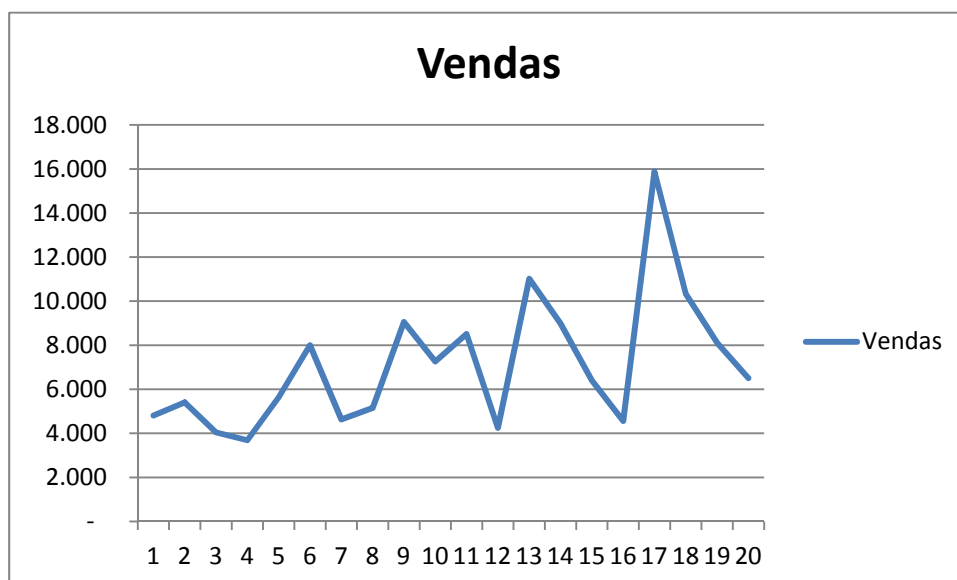


Figura 3.3 – Gráfico de venda de meias no período de jan/2007 a dez/2011

3.8

Aplicação do Método de Suavização Exponencial Simples

Utilizando os dados de vendas extraídos da Tabela 3.3, e aplicando a Equação (2.4), é estimado o nível L_0 com base na média aritmética dos doze períodos, encontrando valor igual a 5.870. A partir desse dado inicial, utilizando as Equações (2.5) e (2.6) são apresentadas duas previsões que utilizam constantes de suavização exponencial simples (α) nos valores de 0,3 e 0,7 para prever a demanda do mês de fevereiro de 2010 e subsequentes.

Comparando as previsões realizadas, constata-se que aquelas que utilizaram em seus cálculos constantes de amortecimento no valor de 0,7, reagiram mais rapidamente às variações das vendas efetuadas do que as que foram previstas com $\alpha = 0,3$. Isso fica demonstrado, por exemplo, na previsão realizada ao final do período 13, cujas vendas que tiveram um pico e foram registradas no valor de 11.017 fizeram com que a previsão com $\alpha = 0,3$ para o período 14 subisse de 5.870 para 7.414, enquanto que a previsão com $\alpha = 0,7$ partindo do mesmo valor, fosse atualizada para 9.473 pares de meia.

Embora Silver et al. (1998) recomendem que os valores de α fiquem entre 0,01 a 0,3, Carvalho (2010) ensina que na prática o valor de α será escolhido de forma a minimizar o erro quadrado médio (EQM) que representa a estimativa da variância do erro da previsão. Este valor ótimo pode ser obtido utilizando a função Solver do Excel®, que nesse caso prático obteve o valor ótimo de $\alpha = 0,19$.

Tabela 3.4 – Previsão da demanda com suavização exponencial simples

| Período | Demanda | Previsão ($\alpha=0,3$) | Previsão ($\alpha=0,7$) | Previsão Solver | EQM ($\alpha=0,3$) | EQM ($\alpha=0,7$) | EQM Solver |
|---------|---------|------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 | 4.812 | | | | | | |
| 2 | 5.404 | | | | | | |
| 3 | 4.044 | | | | | | |
| 4 | 3.687 | | | | | | |
| 5 | 5.639 | | | | | | |
| 6 | 8.000 | | | | | | |
| 7 | 4.629 | | | | | | |
| 8 | 5.153 | | | | | | |
| 9 | 9.052 | | | | | | |
| 10 | 7.258 | | | | | | |
| 11 | 8.511 | | | | | | |
| 12 | 4.246 | | | | | | |
| 13 | 11.017 | 5.870 | 5.870 | 5.870 | 26.495.898 | 26.495.898 | 26.495.898 |
| 14 | 8.992 | 7.414 | 9.473 | 6.854 | 2.490.689 | 231.145 | 4.570.007 |
| 15 | 6.401 | 7.887 | 9.136 | 7.263 | 2.208.986 | 7.481.497 | 743.351 |
| 16 | 4.558 | 7.441 | 7.222 | 7.098 | 8.313.915 | 7.094.604 | 6.452.872 |
| 17 | 15.881 | 6.576 | 5.357 | 6.612 | 86.576.135 | 110.753.083 | 85.908.408 |
| 18 | 10.330 | 9.368 | 12.724 | 8.385 | 925.907 | 5.730.380 | 3.781.686 |
| 19 | 8.101 | 9.656 | 11.048 | 8.757 | 2.419.367 | 8.685.672 | 430.784 |
| 20 | 6.504 | 9.190 | 8.985 | 8.632 | 7.213.532 | 6.156.075 | 4.527.484 |
| | | | | | 136.644.430 | 172.628.354 | 132.910.491 |

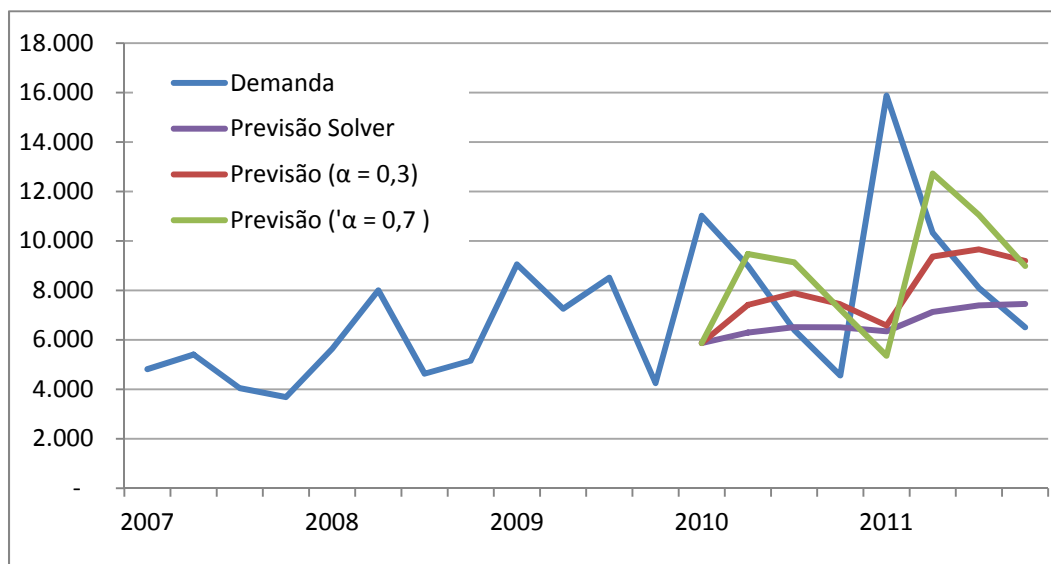


Figura 3.4 – Gráfico da Demanda e Previsão com o método suavização exponencial simples.

3.9

Aplicação do Método de Suavização Exponencial de Séries com Tendência (Método de Holt)

Aplicando o método de Holt nos dados de vendas extraídos da Tabela 3.3 e calculando as estimativas iniciais de nível e da tendência utilizando a ferramenta de análise do Excel® para os doze primeiros períodos, obtemos a seguinte equação: $y = 231,58x + 4.364,33$ (Fig. 3.5). O valor inicial da tendência e do nível são respectivamente 231,58 e 4.364,33. A previsão para o período 13, utilizando a Equação (2.9) é 7.375 unidades.

Para os períodos seguintes, a previsão apresentada na Tabela 3.5, foi calculada usando as Equações (2.8) e (2.9) tendo suas estimativas atualizadas pelas Equações (2.10) e (2.11).

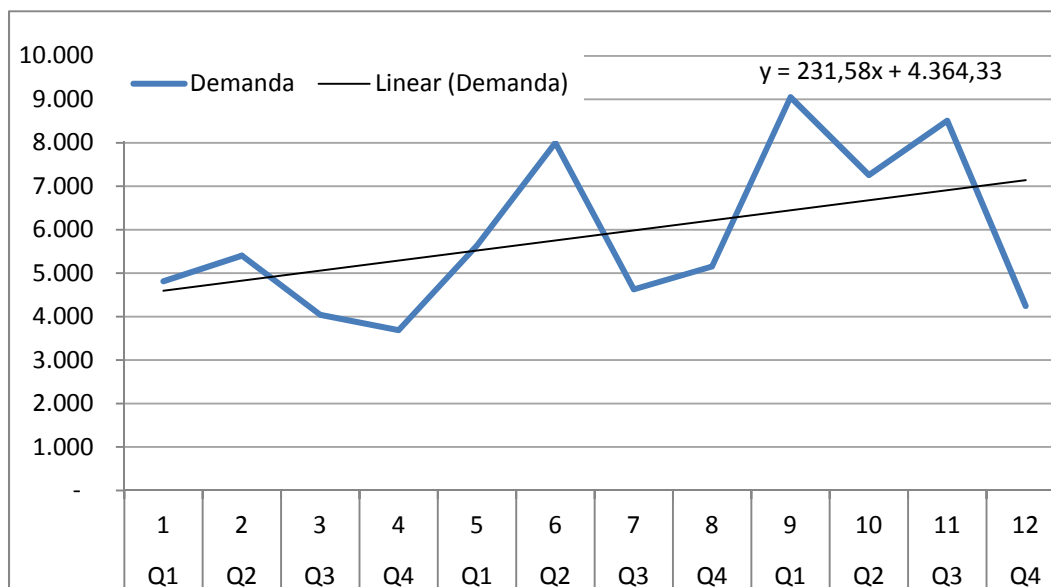


Figura 3.5 – Gráfico da obtenção das estimativas de L0 e T0

Tabela 3.5 – Previsão da demanda com suavização exponencial de séries com tendência

| Período | | Demanda | Lt | Tt | Previsão | Erro Quad |
|-------------|-------|---------|-------|-------|----------|-------------------|
| 2007 | Q1 1 | 4.812 | | | | |
| | Q2 2 | 5.404 | | | | |
| | Q3 3 | 4.044 | | | | |
| | Q4 4 | 3.687 | | | | |
| 2008 | Q1 5 | 5.639 | | | | |
| | Q2 6 | 8.000 | | | | |
| | Q3 7 | 4.629 | | | | |
| | Q4 8 | 5.153 | | | | |
| 2009 | Q1 9 | 9.052 | | | | |
| | Q2 10 | 7.258 | | | | |
| | Q3 11 | 8.511 | | | | |
| | Q4 12 | 4.246 | 7.143 | 231,6 | | |
| 2010 | Q1 13 | 11.017 | 7.375 | 231,6 | 7.375 | 13.265.111 |
| | Q2 14 | 8.992 | 7.606 | 231,6 | 7.606 | 1.919.749 |
| | Q3 15 | 6.401 | 7.838 | 231,6 | 7.838 | 2.065.055 |
| | Q4 16 | 4.558 | 8.070 | 231,6 | 8.070 | 12.331.405 |
| 2011 | Q1 17 | 15.881 | 8.301 | 231,6 | 8.301 | 57.453.520 |
| | Q2 18 | 10.330 | 8.533 | 231,6 | 8.533 | 3.230.036 |
| | Q3 19 | 8.101 | 8.764 | 231,6 | 8.764 | 440.033 |
| | Q4 20 | 6.504 | 8.996 | 231,6 | 8.996 | 6.209.715 |
| | | | | | | 90.704.908 |

Mais uma vez foi utilizado a função Solver do Excel®, que calculou os seguintes valores ótimos: $\alpha = 0$ e $\beta = 0$. O valor de α calculado pelo Solver indica que para obter o menor valor do EQM o nível não deve sofrer influência dos períodos mais recentes e $\beta = 0$, indica que o valor da tendência não deve ser atualizado ao longo do tempo.

3.10

Aplicação do Método de Winter

Devido à complexidade desse método, nível-tendência-sazonalidade, ele será apresentado utilizando as seguintes etapas para melhor compreensão (Chase, Jacobs e Aquilano, 2006):

- Determinar os índices sazonais;
- Eliminar a sazonalidade dos dados originais;
- Desenvolver uma regressão linear;
- Projetar a linha de regressão para o período a ser previsto; e
- Criar a previsão final ajustando a linha de regressão pelo fator sazonal.

Determinar os índices sazonais

Para determinar o índice de sazonalidade de cada período, primeiramente é necessário calcular a média móvel centrada, em seguida dividir a demanda de cada período pela respectiva média móvel a fim de achar o seu índice de sazonalidade (Tabela 3.6). Depois de calculados esses índices, calcula-se a média dos índices referentes ao mesmo trimestre; finalmente, utilizando a Equação (3.1) normalizam-se os índices assim obtidos para que sua média aritmética seja igual a um. O resultado é apresentado na Tabela 3.7.

$$F_t \text{ normalizada} = F_t * \frac{4}{\sum_1^4 F_t} \quad (3.1)$$

Tabela 3.6 – Estimando a sazonalidade

| Ano | Trimestre | Período t | Demanda X_t | Média Móvel 1 | Média Móvel 2 | Média Móvel | Estimativa de F_t |
|------|-----------|--------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------------|
| 2007 | Q1 | 1 | 4812 | | | | |
| | Q2 | 2 | 5404 | | 4487 | | |
| | Q3 | 3 | 4044 | 4487 | 4694 | 4590 | 0,88 |
| | Q4 | 4 | 3687 | 4694 | 5343 | 5018 | 0,73 |
| 2008 | Q1 | 5 | 5639 | 5343 | 5489 | 5416 | 1,04 |
| | Q2 | 6 | 8000 | 5489 | 5855 | 5672 | 1,41 |
| | Q3 | 7 | 4629 | 5855 | 6709 | 6282 | 0,74 |
| | Q4 | 8 | 5153 | 6709 | 6523 | 6616 | 0,78 |
| 2009 | Q1 | 9 | 9052 | 6523 | 7494 | 7008 | 1,29 |
| | Q2 | 10 | 7258 | 7494 | 7267 | 7380 | 0,98 |
| | Q3 | 11 | 8511 | 7267 | | | |
| | Q4 | 12 | 4246 | | | | |

Tabela 3.7 – Sazonalidade normalizada

| Trimestre | F_t | F_t Normalizada |
|-----------|-------|----------------------|
| Q1 | 1,17 | 1,19 |
| Q2 | 1,20 | 1,22 |
| Q3 | 0,81 | 0,82 |
| Q4 | 0,76 | 0,77 |
| TOTAL | 3,93 | 4,00 |

Eliminar a sazonalidade dos dados originais

A demanda dessazonalizada é a demanda que seria observada na ausência de oscilações de sazonalidade (Chopra e Meindl, 2003).

Para a obtenção dessa demanda dessazonalizada, basta dividir a demanda original pelo índice de sazonalidade do período correspondente.

Tabela 3.8 – Demanda dessazonalizada

| Ano | Trimestre | Período t | Demanda X_t | F_t Normalizado | Estimativa do Nível |
|------|-----------|--------------|------------------|----------------------|------------------------|
| 2007 | Q1 | 1 | 4812 | 1,19 | 4052 |
| | Q2 | 2 | 5404 | 1,22 | 4435 |
| | Q3 | 3 | 4044 | 0,82 | 4911 |
| | Q4 | 4 | 3687 | 0,77 | 4785 |
| 2008 | Q1 | 5 | 5639 | 1,19 | 4749 |
| | Q2 | 6 | 8000 | 1,22 | 6565 |
| | Q3 | 7 | 4629 | 0,82 | 5621 |
| | Q4 | 8 | 5153 | 0,77 | 6688 |
| 2009 | Q1 | 9 | 9052 | 1,19 | 7623 |
| | Q2 | 10 | 7258 | 1,22 | 5956 |
| | Q3 | 11 | 8511 | 0,82 | 10335 |
| | Q4 | 12 | 4246 | 0,77 | 5511 |
| 2010 | Q1 | 13 | 11017 | 1,19 | |
| | Q2 | 14 | 8992 | 1,22 | |
| | Q3 | 15 | 6401 | 0,82 | |
| | Q4 | 16 | 4558 | 0,77 | |

Desenvolver uma regressão linear

Esta etapa será desenvolvida conforme explicado na Seção 2.4.3.2, determinando o nível e a tendência da série. Esses valores (nível e tendência), obtidos após o uso da ferramenta de análise de dados do Excel®, são: 3.74,9 (nível) e 334 (tendência).

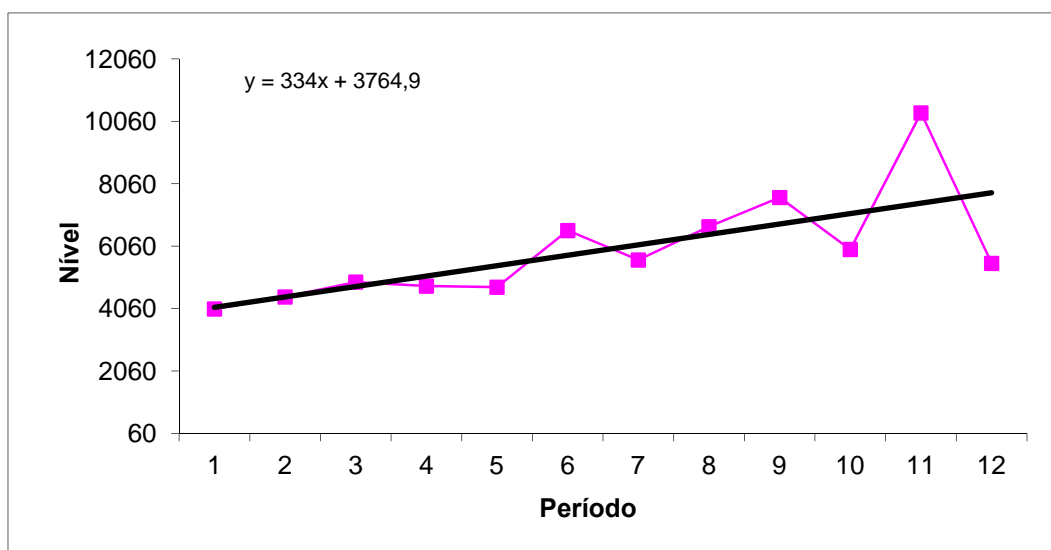


Figura 3.6 – Gráfico do desenvolvimento da regressão linear

Projetar o período a ser previsto

Para a projeção dos períodos seguintes, aplicamos as Equações (2.14), (2.15), (2.16) e (2.17).

Tabela 3.9 - Previsão da demanda

| Períodos | Venda | Nível | Tendência | Sazonal. | Previsão |
|----------|--------|--------|-----------|----------|----------|
| 12 | 4.246 | 7.773 | 334 | - | |
| 13 | 11.017 | 8.107 | 334 | 1,19 | 9.627 |
| 14 | 8.992 | 8.441 | 334 | 1,22 | 10.285 |
| 15 | 6.401 | 8.775 | 334 | 0,82 | 7.226 |
| 16 | 4.558 | 9.109 | 334 | 0,77 | 7.018 |
| 17 | 15.881 | 9.443 | 334 | 1,36 | 12.833 |
| 18 | 10.330 | 9.777 | 334 | 1,07 | 10.415 |
| 19 | 8.101 | 10.111 | 334 | 0,73 | 7.376 |
| 20 | 6.504 | 10.445 | 334 | 0,50 | 5.227 |

3.11

Utilização da Previsão de Vendas na Determinação do Estoque de Segurança e da Política de Estoques

Compilando nas Tabelas 3.10, 3.11 e 3.12 as medidas de erros que foram discutidas na Seção 2.5 desses métodos aplicados e avaliando seus resultados,

conclui-se que o método mais indicado a ser empregado na previsão de vendas do caso apresentado é o método de Winter, o que já era esperado, uma vez que o gráfico apresenta tendência e sazonalidade.

Tabela 3.10 – Medidas de erros de previsão da demanda utilizando método de suavização exponencial simples

| Período t | Demanda Dt | Previsão (Ft) | Erro (Et) | Soma cumul. (SCt) | Erro abs. (At) | DAMt | TS (razão de viés) | Erro Quad | Erro Perc. |
|-----------|------------|---------------|-----------|-------------------|----------------|-------|--------------------|------------|------------|
| 13 | 11.017 | 5.870 | 5.147 | 5.147 | 5.147 | 5.147 | 1 | 26.495.898 | 47% |
| 14 | 8.992 | 7.048 | 1.944 | 7.092 | 1.944 | 3.546 | 2 | 3.779.783 | 22% |
| 15 | 6.401 | 7.493 | -1.092 | 6.000 | 1.092 | 2.728 | 2 | 1.192.149 | -17% |
| 16 | 4.558 | 7.243 | -2.685 | 3.315 | 2.685 | 2.717 | 1 | 7.208.841 | -59% |
| 17 | 15.881 | 6.628 | 9.253 | 12.567 | 9.253 | 4.024 | 3 | 85.611.625 | 58% |
| 18 | 10.330 | 8.746 | 1.584 | 14.151 | 1.584 | 3.617 | 4 | 2.508.139 | 15% |
| 19 | 8.101 | 9.109 | -1.008 | 13.143 | 1.008 | 3.245 | 4 | 1.015.666 | -12% |
| 20 | 6.504 | 8.878 | -2.374 | 10.769 | 2.374 | 3.136 | 3 | 5.636.424 | -37% |

Tabela 3.11 – Medidas de erros de previsão da demanda utilizando método de suavização exponencial de séries com tendência

| Período t | Demanda Dt | Previsão (Ft) | Erro (Et) | Soma cumul. (SCt) | Erro abs. (At) | DAMt | TS (razão de viés) | Erro Quad | Erro Perc. |
|-----------|------------|---------------|-----------|-------------------|----------------|-------|--------------------|------------|------------|
| 13 | 11.017 | 7.375 | 3.642 | 3.642 | 3.642 | 3.642 | 1 | 13.265.111 | 33% |
| 14 | 8.992 | 7.606 | 1.386 | 5.028 | 1.386 | 2.514 | 2 | 1.919.749 | 15% |
| 15 | 6.401 | 7.838 | -1.437 | 3.591 | 1.437 | 2.155 | 2 | 2.065.055 | -22% |
| 16 | 4.558 | 8.070 | -3.512 | 79 | 3.512 | 2.494 | 0 | 12.331.405 | -77% |
| 17 | 15.881 | 8.301 | 7.580 | 7.659 | 7.580 | 3.511 | 2 | 57.453.520 | 48% |
| 18 | 10.330 | 8.533 | 1.797 | 9.456 | 1.797 | 3.226 | 3 | 3.230.036 | 17% |
| 19 | 8.101 | 8.764 | -663 | 8.793 | 663 | 2.860 | 3 | 440.033 | -8% |
| 20 | 6.504 | 8.996 | -2.492 | 6.301 | 2.492 | 2.814 | 2 | 6.209.715 | -38% |

Tabela 3.12 – Medidas de erros de previsão da demanda utilizando método de Winters

| Período t | Demanda Dt | Previsão (Ft) | Erro (Et) | Soma cumul. (SCt) | Erro abs. (At) | DAMt | TS (razão de viés) | Erro Quad | Erro Perc. |
|-----------|------------|---------------|-----------|-------------------|----------------|-------|--------------------|-----------|------------|
| 13 | 11.017 | 9.627 | 1.390 | 1.390 | 1.390 | 1.390 | 1 | 1.933.059 | 13% |
| 14 | 8.992 | 10.285 | -1.293 | 97 | 1.293 | 1.342 | 0 | 1.673.023 | -14% |
| 15 | 6.401 | 7.226 | -825 | -729 | 825 | 1.170 | -1 | 681.380 | -13% |
| 16 | 4.558 | 7.018 | -2.460 | -3.189 | 2.460 | 1.492 | -2 | 6.052.374 | -54% |
| 17 | 15.881 | 12.833 | 3.048 | -140 | 3.048 | 1.804 | 0 | 9.292.875 | 19% |
| 18 | 10.330 | 10.415 | -85 | -226 | 85 | 1.517 | 0 | 7.264 | -1% |
| 19 | 8.101 | 7.376 | 725 | 500 | 725 | 1.404 | 0 | 526.252 | 9% |
| 20 | 6.504 | 5.227 | 1.277 | 1.777 | 1.277 | 1.388 | 1 | 1.631.953 | 20% |

Após decidir pela utilização do método de Winters, inicia-se a previsão de vendas cujas estimativas serão utilizadas na determinação do estoque de segurança e na política de estoque a ser seguida.

Essa previsão, realizada ao final de dezembro de 2011 para todo o ano de 2012, supõe que as estimativas de nível, tendência e sazonalidade não variam, posto que as demandas dos trimestres de 2012 ainda não ocorreram, portanto não é possível atualizá-los.

Tabela 3.13 – Previsão da demanda para o ano de 2012 utilizando método de Winters

| Período | Nível | Tendência | Sazonal. | Previsão |
|---------|--------|-----------|----------|----------|
| 21 | 10.779 | 334 | 1,68 | 18.128 |
| 22 | 11.113 | 334 | 1,06 | 11.742 |
| 23 | 11.447 | 334 | 0,80 | 9.171 |
| 24 | 11.781 | 334 | 0,62 | 7.336 |
| 2012 | | | | 46.377 |

3.11.1

Cálculo do LEC

Conforme apresentado na Seção 2.6, o lote econômico de compra é calculado utilizando a seguinte expressão:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad (2.27)$$

onde:

D é a estimativa de vendas do PDU-COM1DN calculada para o ano de 2012, que corresponde a 46.377 unidades.

S é o custo de processamento do pedido, que, conforme Barbieri & Machline (2006), inclui, dentre outros custos, o custo da emissão da ordem de compra, (P), que pode ser calculado utilizando a seguinte expressão:

$$P = \frac{\sum \text{Despesas do departamento de compras}}{\text{Número total de compras no ano}} \quad (3.2)$$

Para calcular (S) é preciso fazer uma adaptação ao caso em estudo e incluir ao custo de processamento de pedido (P) os custos a seguir: O PDU adquire seus itens diretamente do DepFMRJ; sendo assim, certos custos que lhe seriam imputados, caso fizesse as aquisições diretas no mercado não são incluídos nas

despesas relativas a essas aquisições. Esses custos excluídos dos cálculos são, entre outros, os atinentes a auditoria e inspeção do fornecedor, aquisições de publicações técnicas, salários e encargos do setor de compras.

Entretanto, ao pensar no Sistema de Abastecimento de Fardamento como um todo, é necessário computar o custo de fornecimento no qual o DepFMRJ incorre a cada pedido que tem que atender; esse custo é o resultado do somatório do custo de transporte do material entre o Depósito e o PDU e o custo de recebimento do material pelo PDU.

No custo da atividade de fornecimento do DepFMRJ, estão compreendidos a mão-de-obra envolvida na separação do material, a manobra de equipamentos, e outros.

Dessa forma, para calcular o custo incorrido nas atividades atinentes ao processamento do pedido pelo DepFMRJ, contabilizou-se o custo de remuneração (salários + encargos + benefícios) da Divisão de Abastecimento, que é a responsável pelo fornecimento do material e, a esse valor, adicionou-se o custo de manutenção do DepFMRJ, utilizando como taxa de rateio desse último, a proporção de funcionários das três divisões a saber: Divisão de Abastecimento, de Perícia e Administrativa, sendo o resultado do rateio pela Divisão de Abastecimento adicionado ao custo de remuneração da referida Divisão. O valor encontrado dessa soma foi dividido pelo número de RM atendidas. Esses dados extraídos referem-se ao ano de 2011.

Para calcular o custo de transporte, considerou-se o tempo da mão-de-obra despendida pelo motorista e o consumo de combustível; para o cálculo do recebimento pelo PDU foi considerada apenas a mão-de-obra responsável pelo recebimento no PDU. Depois de contabilizado esses custos, o valor encontrado do processamento do pedido foi o seguinte: $S = R\$ 431,85$.

Na Tabela (3.14) é possível observar custo de processamento do pedido.

Tabela 3.14 – Custo de processamento do pedido

| | |
|----------------------------------|------------|
| Custo de recebimento no PDU | R\$ 123,75 |
| Custo de fornecimento no DepFMRJ | R\$ 236,85 |
| Custo de transporte | R\$ 71,25 |
| Custo de processamento do pedido | R\$ 431,85 |

Prosseguindo no cálculo do lote econômico, temos a variável C que é o custo médio unitário do item par de meia, correspondendo ao valor de R\$ 1,00;

Finalizando, temos I, que se refere ao custo de manter o item em estoque, e nesse estudo, é representado pelo somatório dos seguintes custos: custo de capital, custo de serviços de estocagem e custo de risco de estocagem. O custo de espaço não é considerado uma vez que o PDU é próprio da Marinha, logo não há incidência de aluguel pelo espaço de armazenagem. Para o custo de capital, que corresponde à taxa de rentabilidade esperada, será considerada a Taxa Selic correspondente ao mês de dezembro de 2011 no valor de 11% a.a.; os custos de risco de estocagem, baseados no histórico dos últimos 4 anos, representam 5%. Portanto, I corresponde a uma taxa de 16% a.a.

Utilizando os dados expostos e aplicando a Equação 2.19, obtém-se o resultado de 15.086 unidades para o LEC.

Diante da previsão de demanda anual apresentada na Tabela 3.13 e aplicando a Eq. (2.21) calculamos T* em aproximadamente 3,1 meses.

Conforme Ballou (2008), a esse intervalo pode ser atribuído um valor que melhor se adequa às práticas da empresa, sem, contudo, necessariamente assegurar uma política ótima de estoque. Nesse estudo será considerado o equivalente a três meses.

3.11.2

Escolha da Política de Estoque

A política de estoque proposta para o trabalho será o método de revisão periódica; Decidiu-se por esse método, em detrimento ao método de revisão contínua, devido ao fato de que a chegada aleatória de RM dificulta a programação da carga de trabalho do DepFMRJ e o calendário de distribuição; como discutido anteriormente, a separação e a distribuição do material tem sido um gargalo devido à falta de recursos humanos no DepFMRJ.

O prazo de revisão escolhido, como dito anteriormente, será de três meses. Após a revisão, o PDU irá inserir as requisições de material no SINGRA (RM) que deverão ser atendidas em até 48 horas, uma vez que o fornecimento a esse PDU já estará na programação do DepFMRJ. Esse prazo de 48 horas (dois dias)

por não ser significativo não será considerado no cálculo, sendo o TR considerado de três meses.

3.11.3

Calculando o Estoque de Segurança e a Falta de Estoque Esperada

No capítulo 2 foi estudado que o estoque de segurança é proporcional ao nível de serviço que se pretende oferecer ao cliente e esse nível de serviço deverá ser diferenciado em cada produto. Embora, atualmente não exista um estudo que determine o nível de serviço a ser estabelecido nos diferentes produtos do portfólio do sistema de fardamento, será considerado que para o item, par de meias pretas, se almeja manter uma probabilidade de Não Faltar o Produto (PNFP) de 95 %, sendo k extraído da Tabela 3.4 no valor de 1,645. Conforme visto na Seção 3.10.2, deverá ser considerado como 3 meses o intervalo entre ressuprimentos, com desvio-padrão (Str) estimado de 2 semanas para o atendimento do item meia preta. A estimativa do desvio-padrão do erro de previsão (Se) será calculada utilizando a Eq. (2.21) considerando o DAM da Tabela 3.13.

Assim, temos:

Tabela 3.15 – Dados para cálculo do ES

| | |
|-----|-----------------|
| k | 1,645 |
| TR | 1 trimestre |
| Se | 1.735 unidades |
| Str | 0,156 trimestre |

Como a estimativa de demanda será a considerada na Tabela 3.13 e ela varia a cada trimestre, o estoque de segurança também irá variar trimestralmente, conforme apresentado na Tabela 3.16:

Tabela 3.16 – Estoque de Segurança

| Período | Previsão | ES |
|---------|----------|--------|
| 21 | 18.128 | 5.466 |
| 22 | 11.742 | 4.169 |
| 23 | 9.171 | 3.723 |
| 24 | 7.336 | 3.447 |
| Total | 46.377 | 16.805 |

Tabela 3.17: K em função do nível desejado de Probabilidade de Não Faltar o Produto (PNFP) em estoque supondo a demanda no tempo de resposta normalmente distribuída.

| Nível de serviço (%) | Fator de Segurança |
|----------------------|--------------------|
| 50,0 | 0,000 |
| 60,0 | 0,255 |
| 70,0 | 0,675 |
| 80,0 | 0,845 |
| 84,1 | 1,000 |
| 90,0 | 1,285 |
| 93,0 | 1,475 |
| 95,0 | 1,645 |
| 97,5 | 1,960 |
| 97,7 | 2,000 |
| 98,0 | 2,050 |
| 98,5 | 2,170 |
| 99,0 | 2,325 |
| 99,4 | 2,510 |
| 99,5 | 2,575 |
| 99,7 | 2,750 |
| 99,8 | 3,000 |
| 99,9 | 3,090 |

A falta de estoque esperada (FECRE) será calculada conforme estudado na Seção 2.7: 213 unidades no ano.

3.12

Calculando Custo Relevante Total

Aplicando os conceitos estudados na Seção 2.8, o custo relevante total corresponde ao seguinte:

O custo de aquisição, que engloba o custo de emissão do pedido pelo departamento de compras, o custo de transporte do produto, o custo de processamento dos produtos no ponto de recepção e o preço de compra teve parte dos seus custos calculados na Seção 3.11.1, com exceção do custo das compras e corresponde a R\$ 431,85. Como está programado 4 pedidos de ressuprimento durante o ano, o custo total anual será de R\$ 1.727,41. Adiciona-se a esse valor o total financeiro gasto na aquisição de 19.718 pares de meias pretas pelo preço médio de compra de R\$ 1,00 resultando em R\$ 21.445,52.

O custo de manutenção do estoque é proporcional ao estoque médio (EM), aplicado a ele uma taxa I de 16%, conforme exposto na Seção 3.11.1.

Ressalta-se que esse estudo está sendo realizado sem o conhecimento das demandas reais de 2012, e por isso, para realizar o cálculo do EM apresentado na Tabela 3.15, foram formuladas algumas suposições:

- Em janeiro de 2012, o estoque inicial é de 30.000 unidades;
- Foi considerada a demanda prevista na Tabela 3.13 como a real;
- Utilizado o método de revisão periódica discutido na Seção 2.6.2 e aplicada a Eq. (2.30), foi calculado o nível máximo de estoque (M^*) para cada trimestre, conforme demonstrado na Tabela 3.18;
- A primeira revisão foi efetuada no final de março de 2012, a segunda ao final junho e assim sucessivamente de três em três meses.

Tabela 3.18: Nível máximo de estoque (M^*) para cada trimestre

| Período | Previsão | ES | M^* |
|---------|----------|-------|--------|
| 21 | 18.128 | 5.641 | 23.769 |
| 22 | 11.742 | 4.181 | 15.923 |
| 23 | 9.171 | 3.666 | 12.837 |
| 24 | 7.336 | 3.341 | 10.677 |

Aplicando a equação (3.3), obtém-se o Estoque Médio Anual (EM) com base na média dos estoques finais (EF) extraídos da Tabela 3.19, no valor de 9.097 unidades. Para calcular o custo de manutenção do estoque, ao valor financeiro do EM será aplicada uma taxa de 16%, resultando em R\$ 1.601,15.

$$EM = \frac{\sum_1^n EF}{n} \quad (3.3)$$

Tabela 3.19: Cálculo do estoque médio

| Pedido | EI | QTD Pedida | EF | EMt |
|---------------------|--------|------------|--------|--------|
| mar/12 | 30.000 | - | 11.872 | 20.936 |
| jun/12 | 11.872 | 4.051 | 4.181 | 8.027 |
| set/12 | 4.181 | 8.656 | 3.666 | 3.924 |
| dez/12 | 3.666 | 7.011 | 3.341 | 3.504 |
| Estoque Médio Anual | | | | 9.097 |

O custo de falta de estoque é obtido, conforme explicado na Seção 2.8.3, e pode ser calculado de duas formas: a primeira, na qual considera os efeitos negativos nas vendas futuras, inclui um grau de incerteza, que pode ser reduzido através de estudo do mercado, mas, que de qualquer forma exige arbitrariedade na sua determinação. Nesse estudo, a penalização estimada (M) por unidade faltante

será considerada no valor de R\$ 10,00. Como veremos adiante, esse produto tem uma pequena margem de contribuição, assim, a penalidade reflete principalmente o desgaste que irá se refletir na imagem do PDU.

A segunda forma, a mais conservadora, obtém o valor da penalidade por venda perdida aplicando a Equação (2.32). Sendo o preço de venda R\$ 1,10 e o gasto variável de R\$ 1,00, calculamos como MCU o valor de R\$ 0,10 por produto faltante. Assim, temos os seguintes valores para o custo de falta:

$$\text{Custo da falta (penalidade estimada)} = \text{FECRE} * M = 213 * \text{R\$ } 10,00 = \text{R\$ } 2.310;$$

$$\text{Custo da falta (MCU)} = \text{NFE} * \text{MCU} = 213 * \text{R\$ } 0,10 = \text{R\$ } 21,30.$$

Finalmente, encontraremos para o Custo Relevante Total (CRT), considerando as duas penalidades (penalidade estimada e MCU), os seguintes valores respectivamente:

Tabela 3.20: Cálculo do Custo Relevante Total 1

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Custo de Aquisição | R\$ 21.445,52 |
| Custo de manutenção de estoque | R\$ 1.601,15 |
| Custo de falta 1 | R\$ 2.133,61 |
| Custo Relevante Total | R\$ 25.180,28 |

Tabela 3.21: Cálculo do Custo Relevante Total 2

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Custo de Aquisição | R\$ 21.445,52 |
| Custo de manutenção de estoque | R\$ 1.601,15 |
| Custo de falta 2 | R\$ 21,34 |
| Custo Relevante Total | R\$ 23.068,01 |

Segundo Lima (2003), o *trade-off* entre o custo do excesso, que corresponde ao custo de manter um produto em estoque e o custo da falta é a chave para parametrização de qualquer método de gestão de estoque, independente do método adotado. Assim, no primeiro levantamento de CRT, onde a penalidade de falta estima também a perda de vendas futuras, a política de estoque apresentada nessa dissertação obteria praticamente a melhor relação entre esses custos sugerindo até mesmo um aumento no estoque médio.

Já no segundo exemplo, percebe-se uma disparidade entre os custos, portanto, estabelecer um equilíbrio entre o custo de manutenção de estoque e o

custo de falta implicaria em uma redução do estoque de segurança e como consequência do nível de serviço.

No caso da Marinha, considerar apenas a MCU, que é quase toda composta por gastos variáveis, e cujo preço de venda, BRASIL (2006) determina que varie entre 5% a 10% desses gastos, poderá implicar em um reduzido estoque e conseqüentemente em um reduzido nível de serviço.

Portanto, uma vez que a Marinha não visa lucro e sim o melhor serviço ao militar, com o fulcro de estabelecer uma melhor política de estoque, essas penalidades deverão sim considerar a possibilidade de repercussão na imagem do PDU, que ora já se encontra deteriorada, mesmo que para o cálculo dessa penalidade seja considerado um certo grau de arbitrariedade.

4

Conclusão e recomendações para estudos futuros

A MB utiliza um sistema informatizado (SINGRA) que fornece previsão de vendas utilizando somente o método de amortecimento exponencial simples, que, conforme visto no estudo de caso não é o método mais indicado para a demanda de fardamento que apresenta forte tendência e sazonalidade.

Não foi somente essa a falha observada no Sistema de TI em uso: a previsão de vendas é a base para a determinação de necessidades, ela, pura e simplesmente, não determina o momento nem a quantidade de itens a serem solicitados.

Portanto, além de alterar o método de previsão de vendas que o SINGRA utiliza para o método de Winters (o mais recomendado), o sistema também deverá, de forma automatizada, sugerir ao gerente do PDU o momento e a quantidade das encomendas de material, considerando o nível de serviço estabelecido, a quantidade em estoque, o tempo de ressuprimento médio e seu desvio-padrão, o desvio-padrão da previsão de demandas para cada PDU e o método de controle de estoque (ponto de pedido ou método de revisão periódica) adotado. Caberá, então, ao Gerente do PDU, que está diretamente envolvido no processo, conhecedor das nuances do mercado, avaliar essas sugestões.

O SINGRA também deve ser capaz de agregar essas informações dos varejos em nível nacional, para que o gerente do CCIM possa planejar as obtenções utilizando a abordagem “debaixo para cima” (*bottom-up*) de forma compatível com seu teto orçamentário.

Destro (2011) afirma que as organizações que buscam resultados expressivos precisam estar cientes de que a adoção de uma solução de qualidade em tecnologia da informação não pode ser vista como uma vantagem competitiva e sim como condição *sine qua non* para alcançar esse objetivo.

Portanto, para alcançar o market share definido pela alta administração (próximo a 100%), é preciso que o SINGRA, atualmente em fase de aperfeiçoamento, incorpore os requisitos apresentados.

Junto com essa reformulação do SINGRA, é necessário que o nível de serviço seja definido pela administração pois, como foi dito pelo gato irônico na obra Alice no País das Maravilhas "Para quem não sabe aonde vai, qualquer caminho serve." Como o portfólio de produtos do Sistema de Fardamento é muito extenso, com cerca de três mil itens, é recomendável, antes de definir o nível de serviço, utilizar a metodologia de segmentação dos materiais apresentada no Capítulo 2, combinando as classificações ABC e XYZ e a partir dessa classificação, determinar a disponibilidade de produtos que se pretende ter na prateleira (NS) para cada segmento de material. Essa disponibilidade precisará ser monitorada pelo SINGRA, que servirá como indicador de desempenho de qualidade da gestão de estoque. Cabe lembrar que, nos casos de incorporações de militares à Força Naval, essa disponibilidade deverá ser próxima a 100%.

Para desenvolvimento futuro, sugere-se um estudo que defina:

- a segmentação dos materiais de fardamento, fazendo o uso combinado das Classificações ABC e XYZ;
- o Nível de Serviço para os diferentes segmentos de materiais;
- quais os itens que devam ser mantidos em estoque pela MB e quais poderiam ser mantidos em estoque pelos fornecedores, com o intuito de diminuir o custo de manutenção em estoque;
- calendário de fornecimento do DepFMRJ aos PDUs, verificando a possibilidade de aplicar o método de Ponto de Pedido a determinados itens;
- o custo de venda perdida dos itens, considerando o efeito negativo decorrente dessa ruptura de estoque.

Referências Bibliográficas

BALLOU, R.H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. São Paulo: Bookman, 2008.

BARBIERI, J.C. e CLAUDE MACHLINE. Logística Hospitalar Teoria e Prática. São Paulo: Saraiva, 2006.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. e COOPER, M.B. Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BOWERSOX, D.J. e CLOSS, D.J. Logística Empresarial O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL, Marinha do Brasil. Secretaria Geral da Marinha. Normas para Execução do Abastecimento – SGM-201. 6. rev. Brasília, DF, 2006

CARVALHO, L.G. “Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda. Um estudo de caso em um distribuidor de produtos químicos”. Dissertação de Mestrado. 2010.

CHASE, B.R.; JACOBS, R. e AQUILANO, N.J. Administração da Produção para a Vantagem Competitiva. Bookman , 2006 .

CHOPRA, S. e MEINDL, P. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. 1ª. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

COELHO, L.C.; FOLLMANN, N. e RODRIGUEZ, C.M. “O impacto do compartilhamento de informações na redução do efeito chicote na cadeia de abastecimento.” Gest. Prod. 4 de 12 de 2009. <http://www.scielo.br> (acesso em 14 de 09 de 2011).

DESTRO, I.R. “Variação da Demanda em Cadeias de Suprimentos.” Mundo Logística 23 (julho & agosto 2011): 86-91.

DIAS, M.A.P. Administração de Materiais Princípios, Conceitos e Gestão. São Paulo: Atlas, 2011.

DORNIER, P.P.; ERNST, R.; FENDER, M. e KOUVELIS, P.. Logística e Operações Globais. São Paulo: Atlas, 2000.

FARIA, A.C. e COSTA, M. DE F.G. Gestão de Custos Logísticos. São Paulo: Atlas, 2010.

FERREIRA, C.H. & PASCHOALINO, P.G. Análise e Aplicação de Modelos de Previsão de Demanda dos Itens de Fardamento da Marinha do Brasil. Projeto Final. 2009.

FIGUEIREDO, K. “A Logística Enxuta.” ILOS – Instituto de Logística e Supply Chain. 10 de outubro de 2006. <http://www.ilos.com.br/> (acesso em 13 de maio de 2011).

FORRESTER, J. “Industrial Dynamics.” Harvard Business Review, julho e agosto de 1958, 36 ed.

INSTITUTO DOS CONTADORES GERENCIAIS (IMA). National Association of Accountants. “Statements on Management Accounting.” Cost management fot logistics. June de 1992.

JULIANELLI, L. “Comparação entre as abordagens Top-Down e Bottom-Up para previsão de vendas.” ILOS – Instituto de Logística e Supply Chain. 03 de novembro de 2004. <http://www.ilos.com.br> (acesso em 10 de junho de 2011).

LIMA, M.P. “Estoque: Custo de Oportunidade e Impacto sobre os Indicadores Financeiros” <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-busca.htm?fr-public.htm>. (acesso em 20 de dezembro de 2011).

NOVAES, A.G. e ALVARENGA, A.C. Armazenagem de produtos. Logística Aplicada: suprimento e distribuição física. São Paulo: Pioneira, 1994.

PEINADO, J. e GRAEML, A.R. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços). Curitiba: UnicenP, 2007.

PASTORE, P. “Os aspectos e desafios logísticos para a implementação do e-commerce B2C para a venda de uniformes na Marinha do Brasil” Dissertação de Mestrado. 2010.

LIMA, M.P. “Estoque: Custo de Oportunidade e Impacto sobre os Indicadores Financeiros” <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-busca.htm?fr-public.htm>. (acesso em 20 de dezembro de 2011).

ROSA, H.; MAYERLE, S.F. e GONÇALVES, M.B. “scielo.” www.scielo.br. 19 de fevereiro de 2010. (acesso em 27 de agosto de 2011).

SILVER, E.A.; PIKE, D.F. e PETERSON, R. Inventory Management and Production Planning and Scheduling. Nova York: John Wiley & Sons, 1998.

SLACK, N. et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1999.

SZAJUBOK, N.K.; ALENCAR, L.H. e ALMEIDA, A.T. “Modelo de Gerenciamento de Materiais na Construção Civil Utilizando Avaliação Multicritério”, 2006.

TRAMARICO, C.L.; MARINS, F.A.S. e SALOMON, V.A.P. “ABEPRO.” 2010. <http://www.abepro.com.br> (acesso em 08 de fevereiro de 2012).

WANKE, P. “Estratégia de posicionamento logístico: conceitos, implicações e análise da realidade brasileira.” ILOS. 10 de 12 de 2001. <http://www.ilos.com.br> (acesso em 25 de agosto de 2011).

WANKE, P. Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimento. São Paulo: Atlas, 2003.

WANKE, P. “Impactos das abordagens top-down e bottom-up na variância do erro de previsão com amortecimento exponencial simples.” ILOS – Instituto de Logística e Supply Chain. 01 de julho de 2006. <http://www.ilos.com.br>(acesso em 13 de maio de 2011).

WANKE, P. “Modelos de Nível de Serviço e otimização dos Estoques na Cadeia de Suprimentos – Probabilidade de Não Faltar Produto e Vendas Perdidas.” ILOS – Instituto de Logística e Supply Chain. junho de 2006. <http://www.ilos.com.br>(acesso em 13 de maio de 2011).