

ANÁLISE E APLICAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DOS ITENS DE FARDAMENTO DA MARINHA DO BRASIL

Philippe Gomes Paschoalino (UFF)
pgpaschoal@yahoo.com.br

Carlos Henrique das Neves Ferreira (UFF)
chnferreira@hotmail.com

Eduardo Siqueira Brick (UFF)
brick@producao.uff.br

Este artigo tem como foco analisar os objetivos de desempenho do setor de fardamento da Marinha do Brasil (MB), que busca ser a primeira opção do marinheiro na aquisição de uniformes. A partir disso, aplicam-se modelos de previsão de demanda com o intuito de auxiliar a MB a planejar melhor as necessidades de seus usuários e atendê-los com a confiabilidade esperada.

Palavras-chave: Fardamento, Previsão de Demanda, Confiabilidade.

1. Introdução

Atualmente, para que uma organização seja bem sucedida no que tange ao fornecimento de bens e serviços à comunidade, é de vital importância conhecer a fundo sobre sua demanda. Além disso, este fator funciona como um diferencial competitivo, à medida que se torna uma ferramenta de grande valia para atender os clientes de uma organização com o nível de serviço esperado.

A Marinha do Brasil, para exercer suas funções, necessita, entre outros recursos, suprir materiais de fardamento, símbolo de orgulho e reconhecimento do militar. A farda é um símbolo da instituição e o seu suprimento deve ser aprimorado constantemente.

Este estudo aborda os critérios adotados atualmente pela Marinha do Brasil (MB) na gestão da demanda de fardamento e propõe modelos de previsão que a auxiliem no atendimento das necessidades dos marinheiros, evitando que estes comprem seus uniformes em estabelecimentos privados.

O trabalho foi realizado com o apoio da Marinha do Brasil, no âmbito do Acordo de Cooperação 01/2007-CMM/70 entre a Diretoria Geral do Material da Marinha e a Universidade Federal Fluminense.

2. Contexto do setor de fardamento na MB

Na MB, o abastecimento é considerado uma função logística, norteada pelo jargão “prever para prover”. O objetivo principal é manter as organizações militares (OM) da MB abastecidas com o material necessário para o seu funcionamento em plena eficácia. Assim, abastecer é prever necessidades e satisfazê-las, proporcionando um fluxo adequado do material necessário desde as fontes de obtenção até o consumidor.

2.1 Cadeia logística do fardamento

A cadeia logística do fardamento pode ser compreendida como uma rede de setores que, em conjunto, desempenham todas as tarefas para ligar o mercado externo aos militares, ou seja, aos consumidores finais. Essa estrutura de abastecimento de uniformes, com a identificação dos órgãos e funções, pode ser visualizada abaixo:

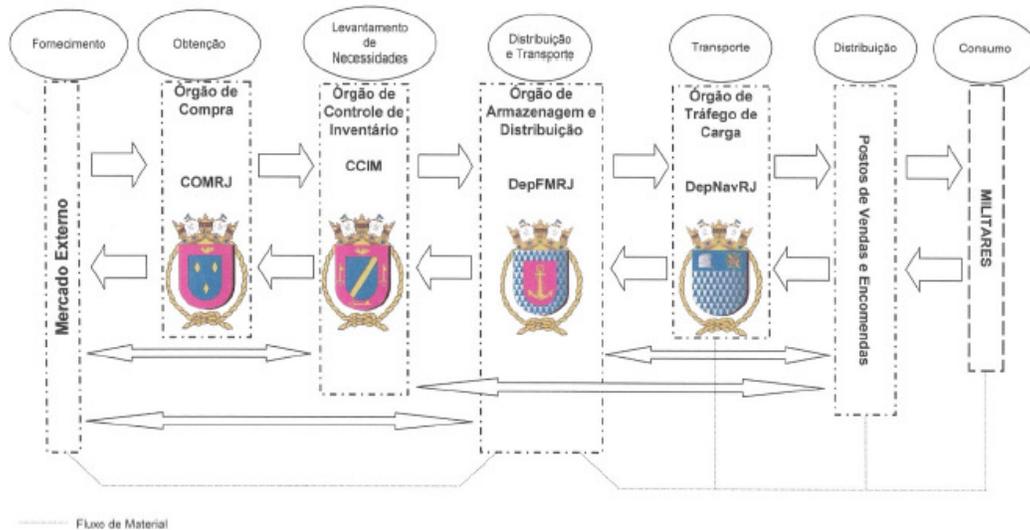


Figura 1 - Cadeia Logística do Fardamento

Fonte: Marinha do Brasil

O abastecimento é executado através do desempenho de 3 fases básicas:

a) **Determinação de necessidades:** processo de análise que define quais são as necessidades, quando elas vão ocorrer, a quantidade e qualidade do material necessário e em que local deverão estar disponíveis. Está é a fase mais estratégica do processo de abastecimento. Importante lembrar que, caso haja escassez de materiais, é função desta etapa a definição de prioridades.

b) **Obtenção:** atividade em que se procura e adquire o material indicado pela fase de determinação de necessidades.

c) **Distribuição:** fase em que são entregues os recursos até o utilizador ou consumidor final, de acordo com os preceitos fixados na fase de determinação das necessidades, através dos canais de distribuição.

2.2. Partes interessadas

No setor de fardamento da MB foram identificadas as seguintes partes interessadas:

- a) **Empregados:** buscam a garantia do emprego, boas condições de trabalho, pagamento justo e desenvolvimento pessoal e profissional;
- b) **Fornecedores:** querem a continuidade do negócio com a MB e buscam desenvolver capacidade de fornecimento;
- c) **Sociedade:** almeja cada vez mais questões relacionadas ao meio ambiente, neste aspecto a sociedade está preocupada com os materiais e produtos utilizados durante a fabricação e distribuição do fardamento. Além da preocupação constante com nível de emprego;
- d) **Consumidores:** procuram produtos com as especificações apropriadas, qualidade consistente, disponíveis para compra e preço aceitável;
- e) **Marinha do Brasil:** busca a padronização e adequação do fardamento dos militares.

O setor de fardamento, por fazer parte de uma organização militar, possui algumas peculiaridades no que tange os seus interessados (*Stakeholders*). Muitas das partes interessadas são justapostas, como, por exemplo, os empregados, que são militares em sua maioria e, portanto, também são consumidores do fardamento.

2.3 Os objetivos de desempenho

Segundo Slack (2008), os objetivos mais amplos que uma organização necessita perseguir para satisfazer a seus *stakeholders*, forma o pano de fundo para todo processo de decisão estratégica. Entretanto, no nível operacional, é necessário um

conjunto de 5 objetivos de desempenho mais estritamente definidos, dentro os quais se pode citar: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo.

Uma vez conhecido os *stakeholders* e seus interesses, podem-se traçar os objetivos de desempenho para satisfazê-los.

2.2.1 Qualidade

Qualidade significa “fazer certo as coisas”. Para o Setor de Fardamento, isso significa fornecer os produtos isentos de defeitos, de modo que seus consumidores fiquem satisfeitos. Também inclui oferecer itens atraentes.

Além da qualidade do material em si, existe também a qualidade do serviço oferecido, ou seja, qualidade também é ser solícito com o consumidor e tratá-lo com cordialidade, recebê-lo em uma “loja” limpa, bem organizada e com decoração atraente.

Recentemente foi feita uma adequação no Ponto de Distribuição de Uniformes (PDU) do Primeiro Distrito Naval, para deixá-lo mais parecido com um estabelecimento comercial privado. Foi construída uma vitrine para exposição dos produtos, além da capacitação dos funcionários para receberem bem os clientes. Segundo o gerente daquele PDU, houve um aumento perceptível nas vendas.

2.2.2 Rapidez

Rapidez significa quanto tempo os consumidores precisam esperar para receber seus produtos ou serviços. Para o Fardamento rapidez significa ser ágil no atendimento ao militar, minimizando o tempo total da transação, desde a sua chegada à “loja”, realização das aquisições e saída.

Rapidez também é muito importante nas operações internas. A resposta rápida aos consumidores é auxiliada pela rapidez de processos internos, como os de distribuição e movimentação, que garantem um fluxo contínuo e confiável de materiais através do canal de distribuição.

2.2.3 Confiabilidade

Confiabilidade para o Fardamento significa que os produtos têm disponibilidade de entrega nos PDU's. Já para os pontos de venda que não possuem

estoque, os Pontos de Encomenda de Uniformes (PEU), confiabilidade é fazer com que o produto encomendado chegue ao local certo, na quantidade certa, na qualidade certa e no tempo certo.

Assim como o objetivo de desempenho “qualidade”, a confiabilidade também é muito perceptível para o cliente. Muitas vezes o militar necessita o item procurado imediatamente. Quando este não é encontrado nos estabelecimentos da Marinha do Brasil, ele fatalmente irá procurar estabelecimentos privados para efetuar a aquisição, deixando de realizá-la nos domínios da MB. Adicionalmente, ficará com uma má impressão sobre o serviço prestado pela mesma. No decorrer do tempo, a confiabilidade pode ser mais importante do que qualquer outro critério.

Este, dentre os 5 objetivos de desempenho, é o mais importante para o Fardamento, pois é a parte que os consumidores consideram de mais fácil julgamento. Portanto, este quesito é fundamental para atingir o objetivo maior da MB em “ser a primeira opção dos marinheiros na obtenção do fardamento”.

2.2.4 Flexibilidade

O setor de fardamento, por fazer parte de uma Organização Militar, encontra muitas dificuldades de fazer mudanças em seus processos internos. Qualquer alteração na operação precisa passar por uma série de etapas para ser implementada. Essa característica deixa a operação sempre um passo atrás de suas concorrentes privadas, que possuem maior velocidade de decisão.

Um bom exemplo disso é a forma de pagamento quando a aquisição é feita mediante indenização de particular ou venda particular. Nos estabelecimentos privados o militar tem a opção de parcelar suas contas e pagar com cartão de débito e crédito. Já nos estabelecimentos da Marinha, até pouco tempo atrás, o pagamento era efetuado em parcela única e à vista, só recentemente foi implementado um sistema de parcelamento em até três vezes.

2.2.5 Custo

Embora a Marinha do Brasil não seja uma organização que vise o lucro, manter os seus custos sob controle é essencial, principalmente em um cenário de contenção de verbas para as Organizações Militares do Brasil. Além disso, custos

menores para a MB significam menores preços de venda para os itens de fardamento, conseqüentemente tornando-os mais atrativos para os militares.

Geralmente os preços praticados pelos estabelecimentos da MB são mais atrativos do que os praticados pelos estabelecimentos privados. Mesmo sob essas condições, os estabelecimentos privados continuam a existir. O que mostra que o fator custo não é determinante na decisão de compra do militar.

3. Modelo de previsão de demanda na MB

O processo de identificação de necessidades de abastecimento realizado na MB, e aplicado pelo setor de Fardamento, busca a manutenção de níveis adequados de estoque. Para isso, requer que seja efetuada uma previsão de demanda que permita visualizar qual será o consumo de determinado item de suprimento no futuro.

Esta previsão é denominada na MB, como demanda projetada (DP) e corresponde à quantidade projetada pelo sistema que será solicitada ao SAbM (Sistema de Abastecimento da Marinha) em um determinado período de observação. O cálculo da DP é efetuado para um determinado período de observação e se pauta na análise dos registros históricos de demanda, ou seja, na demanda real (DR) do item.

Na previsão de demanda dos itens de fardamento, para o cálculo da DP leva-se em conta a DR nos n últimos períodos de observação, onde n é fixo inicialmente em 5. O valor n poderá ser alterado de forma a permitir serem efetuadas simulações dos respectivos modelos.

Durante o processo de previsão, são aplicados três modelos usualmente conhecidos e apresentados pela literatura: média móvel, amortecimento exponencial e regressão linear, como descrito, com mais detalhes, a seguir.

3.1 Média Móvel

Para casos em que a *Média Móvel* se mostra o melhor modelo de previsão é feita uma média simples com a demanda total dos dois últimos anos e dividido o resultado por quatro. O resultado dessa divisão irá gerar a previsão de peças para o próximo período de seis meses. Como apresentado anteriormente, a demanda projetada pode ser obtida através da fórmula:

$$DP_6 = \frac{DP_1 + DP_2 + DP_3 + DP_4 + DP_5}{5}$$

3.2 Amortecimento Exponencial

A técnica do *Amortecimento Exponencial* calcula esta projeção fazendo uma ponderação entre a demanda real do período anterior DR_{t-1} e a projeção do período anterior DP_{t-1} , utilizando o coeficiente de amaciamento exponencial α para definir o peso de cada componente no cálculo da projeção:

$$DP_t = \alpha DR_{t-1} + (1 - \alpha) DP_{t-1}$$

O coeficiente de amaciamento α deve variar entre 0 e 1, ficando inicialmente estabelecido em 0,4, podendo ser modificado a qualquer instante mediante proposta de Órgão de Controle da Marinha.

3.3 Regressão Linear

O modelo de *Regressão Linear* aplica o método dos mínimos quadrados para encontrar a “melhor” projeção. Para isto é considerada a reta que minimiza a soma das distâncias da reta aos pontos correspondentes às demandas em cada período.

A figura abaixo ilustra graficamente o cálculo da DP:

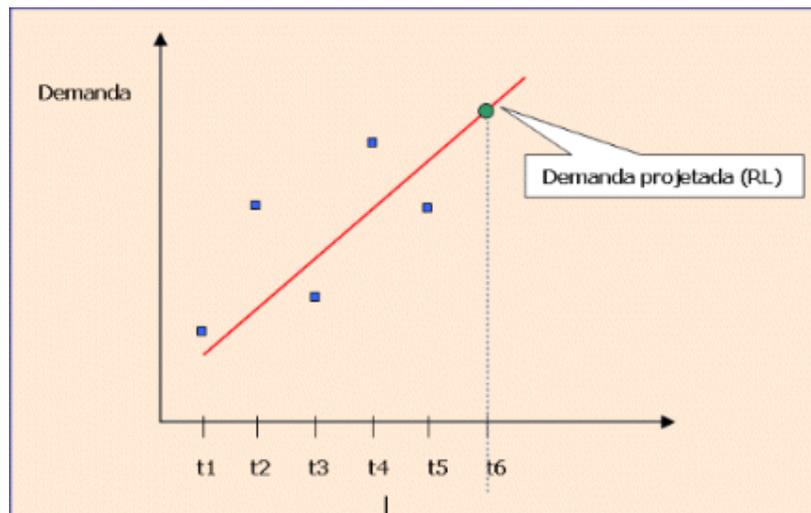


Figura 2 – Modelo de Regressão Linear

Para este modelo, utilizam-se as seguintes fórmulas:

$$DP_t = \alpha + \beta t,$$

Onde:

$$\alpha = \overline{DP} - \beta \bar{t}$$

$$\beta = \frac{\sum DP_t - n \overline{DP} \bar{t}}{\sum t^2 - n(\bar{t})^2}$$

Uma vez obtida a DP pelos 3 modelos, calcula-se o Desvio Absoluto Médio (DAM), que estabelece o valor absoluto médio da diferença entre a DP calculada por cada um dos modelos e a DR observada em um determinado período de observação.

$$DAM = \frac{\sum |DR - DP|}{5} \quad (26)$$

Finalmente, a DP que apresentar o menor desvio DAM deve ser a utilizada. Ressalta-se que as DP sugeridas por cada um dos modelos são também informadas à respectiva gerência, de forma a servir de apoio à decisão no processo de análise de cada item de suprimento.

4. Análise da demanda dos itens do fardamento

A etapa de análise de demanda buscou entender quais são os fatores externos que determinam suas incertezas e sugerir uma metodologia de previsão de demanda mais efetiva, que permita ao setor de fardamento atingir altos níveis de atendimento das OMC (Organizações Militares Consumidoras). Devido à existência de diversas modalidades de fornecimento de uniformes, a análise e os dados de vendas coletados referem-se à modalidade de venda particular, por ser a mais complicada de gerir a demanda e carente de estudos dessa natureza.

4.1. Levantamento dos itens do Fardamento

O levantamento de itens do fardamento apontou para uma enorme quantidade de SKU's (*Stock Keeping Units*, ou tipos de itens) existentes (cerca de 2.000). Sendo assim, esta etapa possibilitou o agrupamento dos itens em 59 famílias, que podem ser vistas na tabela abaixo:

Família de Itens de Fardamento					
1. Sapato	11. Camisa	21. Talim	31. Luva	41. Japona	51. Palmilha
2. Espada	12. Agasalho	22. Roupão	32. Fivela	42. Tecido	52. Jugular
3. Camiseta	13. Blusão	23. Distintivo	33. Bota	43. Alamar	53. Tranquetas
4. Insignia	14. Espadim	24. Coturno	34. Sandalia	44. Bolsa	54. Chemisier
5. Macacão	15. Capa	25. Gandola	35. Blusa	45. Chapeu	55. Gola
6. Bone	16. Tênis	26. Jaquetão	36. Botao	46. Caxanga	56. Pala
7. Calça	17. Dólmã	27. Fiador	37. Gravata	47. Saco	57. Lenço
8. Calção	18. Gorro	28. Bermuda	38. Saia	48. Corrente	58. Faixa
9. Meia	19. Conjunto	29. Mocassim	39. Maio	49. Cachecol	59. Avental
10. Cinto	20. Toalha	30. Jaleco	40. Barreta	50. Cracha	

Tabela 1 – Família de Itens de Fardamento

4.2. Priorização dos itens a serem previstos

O próximo passo da análise dos itens de fardamento consistiu na priorização dos itens a serem previstos, sendo utilizado o sistema de classificação ABC. Para tal, foi utilizada como variável classificatória o faturamento de cada família de itens no ano de 2008, que pôde ser obtido através da seguinte equação:

$$\text{Faturamento Família } x = \sum (\text{Preço de Venda Item } y \times \text{Demanda Anual Item } y)$$

O resultado da classificação pode visto abaixo:

Família	Demanda Anual (un/pr)	Preço Médio (R\$/un ou R\$/pr)	Faturamento (em R\$ Mil)	% Relativo	% Acumulado
Sapato	4.619	56,84	262,55	21,5%	21,5%
Espada	164	783,48	128,49	10,5%	32,1%
Camiseta	30.180	3,40	102,62	8,4%	40,5%
Insignia	16.092	5,76	92,64	7,6%	48,1%

Macacão	1.995	40,09	79,98	6,6%	54,7%
Bone	1.782	33,90	60,40	5,0%	59,6%
Calça	6.734	8,57	57,68	4,7%	64,4%
Calção	7.882	6,66	52,47	4,3%	68,7%
Meia	27.700	1,42	39,44	3,2%	71,9%
Cinto	3.636	10,35	37,64	3,1%	75,0%
Camisa	4.637	6,97	32,34	2,7%	77,7%
Agasalho	614	45,37	27,86	2,3%	80,0%
Outros	18.865	0,01	244,22	20,0%	100,0%
Total	124.900	Nd	1.218,34	100,0%	100,0%

Fonte: Relatório de Vendas 2008 – SINGRA

Tabela 2 – Informações de preço e demanda por família em 2008

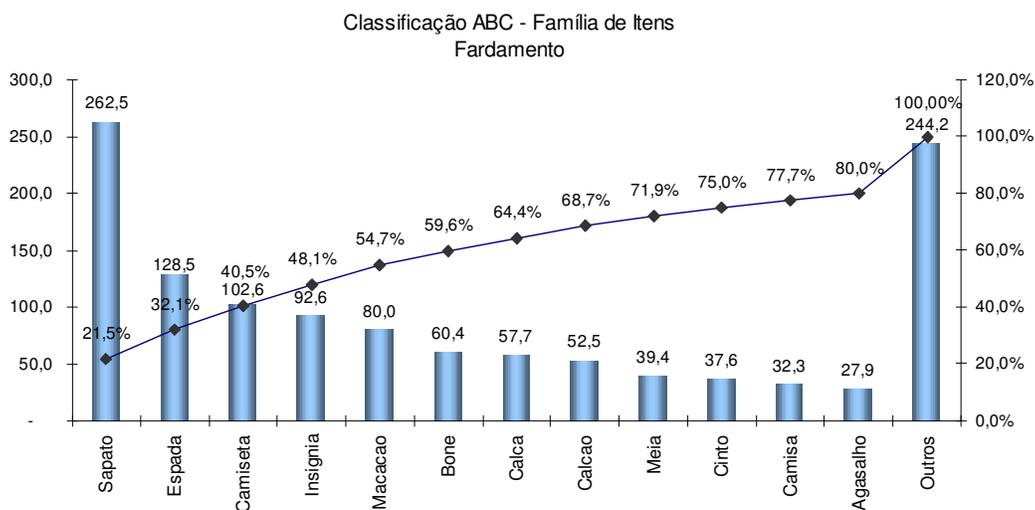


Figura 1 - Classificação ABC – Família de Itens Fardamento

Ao analisar o gráfico, nota-se que cinco famílias de itens são responsáveis por aproximadamente 54,7% do faturamento, identificados como itens A classificação ABC. Essas famílias de itens tiveram, então, uma atenção especial e foram utilizadas para a realização de previsão de demanda. A única exceção foi a família das insígnias, devido ao grande número de itens, aproximadamente 920, além do fato de serem itens muito específicos e que possuem pouca concorrência externa.

Logo, foram estudadas mais detalhadamente quatro famílias, cuja representatividade no faturamento é de 47,1%: Sapatos, com 39 itens; Espadas, com 4 itens; Camisetas, com 17 itens e Macacões, com 14 itens.

4.3. Método para seleção do modelo de previsão de demanda

Para determinação dos modelos de previsão a serem utilizados, foi seguida a metodologia proposta por Armstrong (2001). Esta auxilia o decisor a selecionar o modelo mais adequado ao cenário no qual se insere, como pode ser visto na figura abaixo:

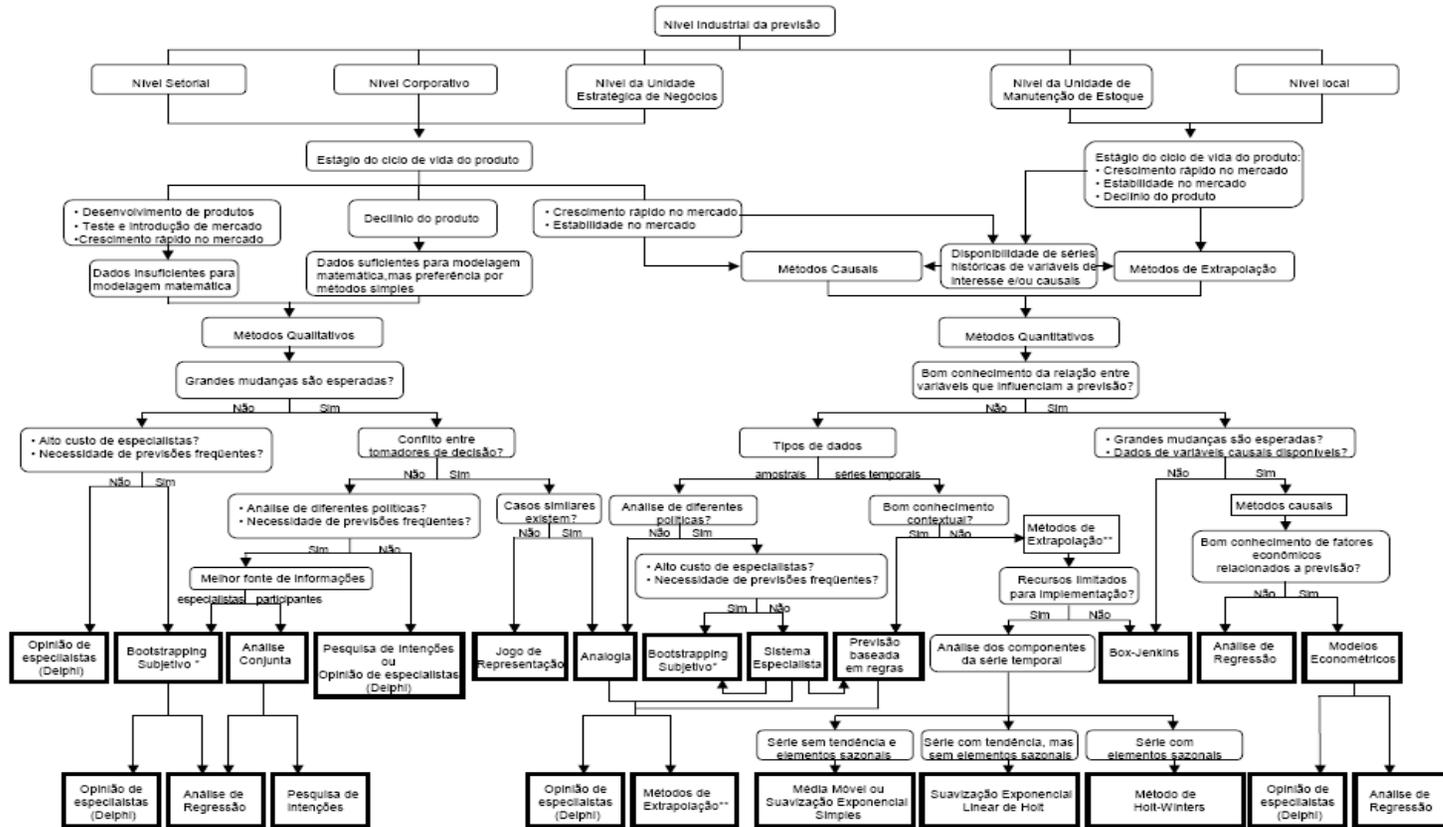


Figura 2 – Metodologia para escolha do método de previsão de demanda (Adaptado Armstrong)

Sendo assim, a metodologia adaptada de Armstrong indicou a utilização dos seguintes modelos de previsão de demanda:

- 1- Média Móvel, $n = 5$
- 2- Suavização Exponencial Simples (SES), $\alpha = 0,4$
- 3- Suavização Exponencial com Tendência (SET), $\alpha = 0,4$ e $\beta = 0,3$

4.4 Mensuração do Erro

Existem diversas formas de mensurar o erro de uma previsão e comparação entre modelos, porém, como diversos itens analisados possuem demanda zero em alguns meses, o indicador recomendado é o WMAPE (*Weighted Mean Absolute Percentage Error*) que, segundo a literatura consultada, visa solucionar as limitações do MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) para produtos com demanda zero.

$$WMAPE = \left(\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \right) / \left(\sum_{t=1}^n y_t \right) \times 100 \quad (37)$$

Onde:

- t = período de tempo
- y_t = valor da demanda real no período t
- \hat{y}_t = valor da previsão no período t
- n = número de valores coletados

4.5. Erro das previsões

Mesmo utilizando o indicador WMAPE, produtos com demanda anual baixa apresentam erro muito elevado. Isso ocorre porque qualquer erro de previsão, por menor que seja, tem uma representatividade muito alta em relação à demanda acumulada do item.

Seguem abaixo as planilhas com os erros apurados para cada família de itens analisados:

PRODUTO	DEMANDA REAL 2008	MÉDIA MÓVEL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM TENDÊNCIA	
		$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE
SAPATO PRETO 41	793	185	0,233	188	0,237	221	0,279
SAPATO PRETO 42	746	344	0,461	257	0,345	321	0,430
SAPATO PRETO 40	580	132	0,228	117	0,202	163	0,281
SAPATO BRANCO 41	277	88	0,318	80	0,289	89	0,321
SAPATO PRETO 43	475	182	0,383	146	0,307	170	0,358
SAPATO BRANCO 42	260	90	0,346	90	0,346	112	0,431
SAPATO BRANCO 43	196	94	0,480	80	0,408	90	0,459
SAPATO BRANCO 40	183	55	0,301	55	0,301	56	0,306
SAPATO PRETO 39	292	76	0,260	65	0,223	72	0,247
SAPATO PRETO 44	276	106	0,384	84	0,304	90	0,326
SAPATO BRANCO 44	113	50	0,442	48	0,425	56	0,496
SAPATO PRETO 45	128	54	0,422	58	0,453	62	0,484
SAPATO BRANCO 39	68	25	0,368	27	0,397	29	0,426
SAPATO BRANCO 45	59	42	0,712	34	0,576	40	0,678
SAPATO PRETO 38	75	56	0,747	44	0,587	52	0,693
SAPATO BRANCO 38	24	20	0,833	19	0,792	21	0,875
SAPATO PRETO 46	29	20	0,690	21	0,724	28	0,966
SAPATO BRANCO 46	7	10	1,429	7	1,000	7	1,000
SAPATO PRETO 47	9	11	1,222	10	1,111	10	1,111
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 39	5	5	1,000	5	1,000	5	1,000
SAPATO PRETO 37	5	11	2,200	6	1,200	5	1,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 36	4	5	1,250	4	1,000	4	1,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 38	3	3	1,000	3	1,000	3	1,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 35	3	3	1,000	3	1,000	3	1,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 34	2	2	1,000	2	1,000	2	1,000
SAPATO BRANCO 47	1	1	1,000	1	1,000	1	1,000
SAPATO BRANCO 48	1	1	1,000	1	1,000	1	1,000
SAPATO FEM PRETO S/ALTO 35	1	1	1,000	1	1,000	1	1,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 37	1	1	1,000	1	1,000	1	1,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 40	1	1	1,000	1	1,000	1	1,000
SAPATO BRANCO 35	1	1	1,000	1	1,000	1	1,000
SAPATO PRETO 48	1	1	1,000	1	1,000	1	1,000
SAPATO FEM PRETO S/ALTO 38	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
SAPATO FEM PRETO S/ALTO 36	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
SAPATO FEM PRETO S/ALTO 37	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
SAPATO BRANCO 37	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
SAPATO FEM PRETO S/ALTO 39	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 42	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
SAPATO FEM PRETO S/MEDIO 41	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
MÉDIA		0,634		0,570		0,594	

Tabela 3 - Erro de Previsão de Demanda: Sapatos

PRODUTO	DEMANDA REAL 2008	MÉDIA MÓVEL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM TENDÊNCIA	
		$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE
ESPADA OF 95 CM	70	101	1,443	108	1,543	128	1,829
ESPADA OF 100 CM	62	49	0,790	57	0,919	60	0,968
ESPADA OF 90 CM	30	37	1,233	41	1,367	48	1,600
ESPADA OF 80 CM	2	2	1,000	2	1,000	2	1,000
MÉDIA		1,117		1,207		1,349	

Tabela 4 - Erro de Previsão de Demanda: Espadas

PRODUTO	DEMANDA REAL 2008	MÉDIA MÓVEL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM TENDÊNCIA	
		$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE
CAMISETA BRANCA M/M G	7036	1427	0,203	1321	0,188	1553	0,221
CAMISETA BRANCA M/M M	7002	1514	0,216	1271	0,182	1593	0,228
CAMISETA BRANCA M/M GG	2964	823	0,278	711	0,240	793	0,268
CAMISETA BRANCA M/M P	2764	827	0,299	773	0,280	791	0,286
CAMISETA BRANCA GINASTICA M	2807	774	0,276	616	0,219	723	0,258
CAMISETA BRANCA GINASTICA G	2707	745	0,275	649	0,240	771	0,285
CAMISETA VERDE-MUSGO G	967	228	0,236	255	0,264	281	0,291
CAMISETA VERDE-MUSGO M	898	370	0,412	341	0,380	380	0,423
CAMISETA BRANCA GINASTICA GG	1335	240	0,180	210	0,157	307	0,230
CAMISETA BRANCA GINASTICA P	636	189	0,297	184	0,289	218	0,343
CAMISETA VERDE-MUSGO GG	343	130	0,379	130	0,379	153	0,446
CAMISETA VERDE-MUSGO P	262	159	0,607	138	0,527	155	0,592
CAMISETA BRANCA M/M XG	298	262	0,879	284	0,953	303	1,017
CAMISETA BRANCA GINASTICA XG	127	105	0,827	102	0,803	112	0,882
CAMISETA BRANCA M/M XGG	25	39	1,560	25	1,000	28	1,120
CAMISETA VERDE-MUSGO XG	8	14	1,750	7	0,875	7	0,875
CAMISETA BRANCA GINASTICA XG	1	4	4,000	2	2,000	1	1,000
MÉDIA		0,745		0,528		0,515	

Tabela 5 – Erro de Previsão de Demanda: Camisetas

PRODUTO	DEMANDA REAL 2008	MÉDIA MÓVEL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL		SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM TENDÊNCIA	
		$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE	$\sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	WMAPE
MACACAO CINZA 50	439	113	0,257	119	0,271	125	0,285
MACACAO CINZA 52	414	103	0,249	93	0,225	106	0,256
MACACAO CINZA 54	371	123	0,332	128	0,345	145	0,391
MACACAO CINZA 48	302	105	0,348	94	0,311	105	0,348
MACACAO CINZA 46	116	63	0,543	63	0,543	66	0,569
MACACAO CINZA 56	141	84	0,596	76	0,539	75	0,532
MACACAO CINZA 58	92	41	0,446	44	0,478	47	0,511
MACACAO CINZA 60	71	37	0,521	40	0,563	39	0,549
MACACAO CINZA 44	30	32	1,067	28	0,933	31	1,033
MACACAO CINZA 42	11	18	1,636	12	1,091	13	1,182
MACACAO CINZA 40	8	9	1,125	11	1,375	11	1,375
MACACAO CAMUFLADO 52	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
MACACAO CINZA 38	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
MACACAO CAQUI 52	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
MÉDIA		0,509		0,477		0,502	

Tabela 6 - Erro de Previsão de Demanda: Macacões

4.6. Análise dos resultados obtidos

Analisando os resultados obtidos, nota-se que nenhum modelo de previsão se destacou, ou seja, para cada produto verificou-se um modelo de previsão de demanda mais adequado. Porém, como os itens estão sendo tratados como famílias, faz-se necessário indicar para cada uma delas o melhor modelo de previsão analisado.

Todas as famílias apresentaram erros acima de 0,5, devido principalmente, ao problema citado acima; itens com demanda muito baixa tendem a apresentar erros de previsão muito altos, que elevam a média de erro de sua família de itens.

4.6.1. Erro de Previsão para a Família Sapatos

Para a família dos sapatos o modelo de previsão SES (Suavização Exponencial Simples) apresentou o menor erro médio dentre os modelos aplicados, 57%. Erro alto devido às grandes oscilações na demanda por sapatos, que pode ser observada na figura 3 e a baixa demanda anual de alguns itens. Do total de 39 tipos de sapatos, 22 apresentaram demanda anual menor que 20 pares.

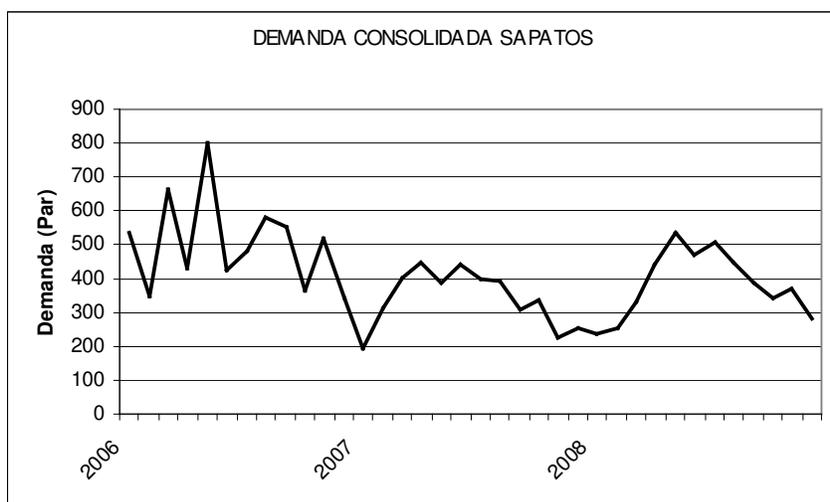


Figura 3 – Demanda Consolidada: Sapatos
Fonte: Relatório de vendas (Singra)

4.6.2. Erro de Previsão para a Família Espadas

Para a família das espadas o modelo de Média Móvel apresentou o menor erro médio dentre os modelos aplicados, 112%. Erro muito alto, pois como observado a figura 4, a demanda por espadas possui variação muito grande, devido à própria funcionalidade do item, o qual não apresenta uso rotineiro. As espadas são utilizadas, geralmente, em eventos festivos promovidos pela Marinha do Brasil. Portanto, há grande dificuldade de previsão de demanda para essa família, utilizando modelos de previsão por séries temporais.

Neste caso, por se tratar de um item com demanda determinística, para se obter uma maior acuracidade na previsão de vendas de espadas, é imprescindível que o decisor tenha um ótimo conhecimento das variáveis contextuais que são determinantes na demanda destes itens. Neste sentido, sugere-se a aplicação de um modelo de ajuste subjetivo que, além da aplicação dos métodos quantitativos, agregue informações através de fatores contextuais passados e futuros, conduzindo a uma previsão mais acurada.



Figura 4 – Demanda Consolidada: Espadas

Fonte: Relatório de vendas (Singra)

Como pode se observar na figura 4, os picos de demanda ocorreram em um único mês de 2007 e 2008. Estes picos têm total correlação com as formaturas dos aspirantes da Escola Naval e dos alunos dos cursos de formação do Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW).

4.6.3. Erro de Previsão para a Família Camisetas

Na análise do erro de previsão para a família camisetas, constatou-se que o melhor método foi o SET (Suavização Exponencial com Tendência), que apresentou um erro médio de 51%. Reflexo de uma demanda menos aleatória, que apesar de não ser caracterizada como estacionária, apresenta patamares mais estáveis. O que pode ser constatado pela Figura 5.

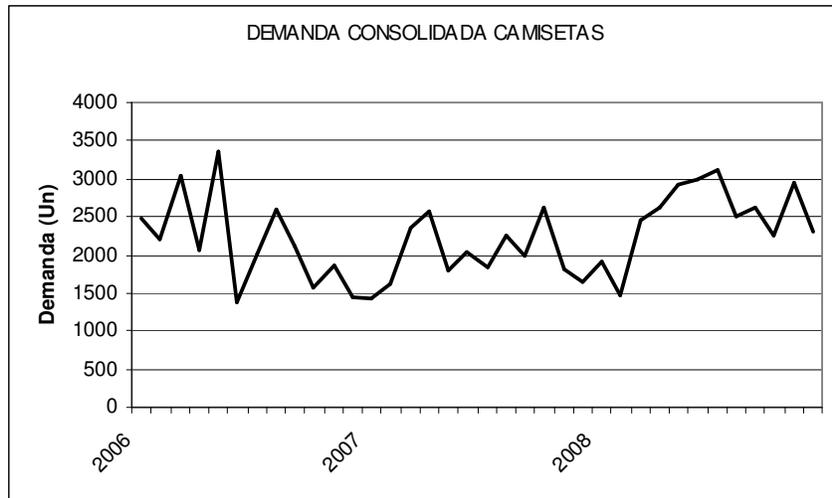


Figura 5 – Demanda Consolidada: Camisetas
 Fonte: Relatório de vendas (Singra)

4.6.4 Erro de Previsão para a Família Macacões

O menor erro encontrado entre os modelos de previsão aplicados foi de 48%, quando utilizado o modelo SES (Suavização Exponencial Simples). O menor erro dentre todas as famílias.

Como pode se observar, na Figura 18, a família dos macacões, apresentou grandes variações no número de peças demandadas, principalmente em 2006 e 2007. Já, em 2008, essa variação tornou-se menos freqüente, porém ainda apresentou muitos picos e vales. Apesar de toda essa variação na demanda, isso se apresentou como padrão para esta família.



Figura 6 – Demanda Consolidada: Macacões
 Fonte: Relatório de vendas (Singra)

5. Conclusões

Alinhado ao ideal do setor de Fardamento da MB de “Prever para Prover”, este estudo procurou abordar a utilização de ferramentas de análises de dados para realizar a previsão da demanda para a modalidade de fornecimento de uniformes mediante indenização de particular, também conhecida como venda particular. Através desta, verificou-se que o comportamento da demanda desses itens é de difícil previsão por modelos puramente quantitativos, devido à irregularidade e ao alto grau de aleatoriedade da demanda que sofre o efeito de eventos internos e externos.

Dentre os fatores externos identificados, destaca-se a concorrência de estabelecimentos privados, que se utilizam de sua flexibilidade na forma de pagamento oferecida aos militares para atraí-los.

Já entre fatores internos, pode-se identificar como determinante no comportamento da demanda, a realização de eventos que alteram significativamente a procura por determinado item, entre eles as espadas, que não fazem parte do uniforme de rotina dos militares.

Logo, a utilização de modelos mistos de previsão de demanda, quantitativos e qualitativos, é de grande importância, onde é fundamental que o decisor tenha conhecimentos de eventos contextuais, passados e futuros, para realizar os ajustes nas previsões, visando minimizar os erros obtidos.

Referências

ARMSTRONG, J. S.; COLLOPY, F. Integration of Statistical Methods and Judgment of Time Series Forecasting: Principles for Empirical Research. In: WRIGHT, G. & GOODWIN, P. (Ed.) Forecasting with Judgment. Wiley & Sons, 1998.

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4ª ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

MARINHA DO BRASIL. Normas para Execução do Abastecimento. Secretaria Geral da Marinha, 2006.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção* – 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.