

ISSN 2176 – 4808

APLICAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA A GESTÃO DE ESTOQUES DE UM PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA MADEIREIRA**DEMAND FORECAST MODELS APPLICATION FOR INVENTORY MANAGEMENT OF PRODUCTION PROCESS IN A WOOD INDUSTRY**Hilda Maria Bassoli¹ Fernanda Cristina Pierre² Paulo André de Oliveira³**RESUMO**

Devido ao alto índice de competitividade encontrado atualmente entre as empresas segmentadas em um mesmo ramo, o controle de estoques se torna primordial dentro de uma organização. Um estoque bem gerenciado, levando-se sempre em conta o que e o quanto manter em estoques torna a empresa competitiva no mercado, pois gastos desnecessários com compras em grandes quantidades e com armazenagem de materiais acabam afetando o valor do produto final. O presente artigo teve como objetivo identificar um modelo de previsão de demanda mais adequado em um processo produtivo. A metodologia empregada foi a de comparação entre os modelos de previsão de demanda de 11 itens de um processo fabril em um período de 25 meses. Concluiu-se que o modelo de suavização exponencial com alfa 0,5 é o mais adequado para as características desta empresa, resultando em uma melhor gestão de demanda, com a redução do custo na imobilização de estoque em 90% se comparado ao modelo adotado pela empresa.

Palavras-chave: Competitividade. Gestão de estoque. Modelos de demanda.

ABSTRACT

Due to high competitiveness index currently found among companies in the same branch, inventory control becomes paramount within an organization. A well managed stock considering what and how much to keep in inventory makes the company competitive in the market for unnecessary expenses with bulk purchases and storage of materials affects the value of the final product. This article aims to identify a more suitable demand forecasting model into a production process. Used methodology was the comparison between the demand forecasting models of 11 items of a manufacturing process in a period of 25 months. It was concluded that the exponential smoothing model Alpha 0.5 is best suited to the characteristics of this company resulting in improvement on demand management by reducing the cost of immobilization in stock by 90% compared to the model adopted by the company.

Keywords: Competitiveness. Management of stock. Demand mod.

¹ Graduado em Logística pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Italo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: hildabassoli@hotmail.com

² Professor Doutor de ensino superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Italo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: fpierre@fatecbt.edu.br

³ Professor Doutor de ensino superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Italo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: poliveira@fatecbt.edu.com

ISSN 2176 – 4808

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a gestão de estoques é um assunto de suma importância para as empresas que buscam melhores alternativas para continuarem se destacando no mercado globalizado e competitivo (SANTOS et al., 2014).

Segundo Garcia et al. (2006), a gestão de estoque é um conceito que está presente em praticamente todo o tipo de empresas, assim como na vida cotidiana das pessoas. Desde o início da história, a humanidade tem usado estoques de variados recursos, de modo a suportar o seu desenvolvimento e sobrevivência, tais como ferramentas e alimentos.

Os estoques são acúmulos de matéria-prima, insumos, componentes, produtos em processo e produtos acabados que aparecem em numerosos pontos por todos os canais logísticos e de produção na empresa (BALLOU, 2004).

Para Bento (2008), com uma análise bem detalhada dos estoques, a empresa consegue dispor de maior precisão no planejamento da produção e, por consequência, maior satisfação dos clientes devido à rapidez no atendimento, com isso o controle de estoques é um fator fundamental para as tomadas de decisões e representam o principal desafio para a gestão de materiais.

Para a classificação dos estoques a curva ABC é muito utilizada, pois é uma técnica que classifica os materiais em grau de importância e de maior custo. Dias (2009) descreve que “a curva ABC é um importante instrumento para o administrador: ela permite identificar aqueles itens que justificam atenção e tratamento adequado quanto à sua administração”.

Entretanto, essa técnica só é considerada eficiente para classificação de itens quase homogêneos, em que o valor de uso é a principal diferença (RAMANATHAN, 2006). De acordo com Santos et al. (2014), por meio da curva ABC, consegue-se dedicar mais atenção aos itens de classificação A, pois representam alta participação nos valores movimentados de estoque.

Com a utilização da curva ABC, é possível obter a classificação dos itens em estoque e ajudar a empresa no sentido de adequá-lo de acordo com a real necessidade, evitando armazenagem de materiais de pouco uso. Porém vale ressaltar que, para essa adequação, o uso da previsão de demanda é de suma importância para as organizações.

De acordo com Gerber et al. (2013), a previsão de demanda serve de ponto de partida para o planejamento de várias atividades realizadas nas empresas, dentre elas, pode-se

destacar o planejamento do fluxo de caixa, planejamento da produção, planejamento de vendas, controle de estoques, compras, entre outras.

Para Mancuso e Werner (2014), a previsão de demanda é um dos principais fatores para a eficiência do gerenciamento das organizações, pois afeta diretamente a lucratividade do negócio, e quanto maior a acurácia da previsão de demanda melhor será o desempenho empresarial.

Os modelos de previsão de demanda podem ser classificados de diversas formas, porém os principais podem ser divididos em duas categorias: quantitativos e qualitativos. De acordo com Freire (2007), os modelos quantitativos manipulam dados históricos e informações do passado que são projetadas para o futuro, já os modelos qualitativos de previsão não se baseiam necessariamente nesta ideia, porque esses modelos permitem que eventos que não ocorreram no passado impactem a previsão e anulem os padrões históricos.

Morettin e Tolo (2006) destacam os modelos de previsão baseados em dados históricos que são compostos de 3 variáveis básicas que influenciam no comportamento do fenômeno, são elas: as tendências, a sazonalidade e as variações aleatórias.

Para a tomada de decisões os modelos quantitativos são os mais utilizados, para a elaboração deste artigo foram aplicados os modelos de média móvel simples, média móvel ponderada e suavização exponencial, a partir dos resultados previstos por estes modelos será possível encontrar a taxa do DAM, que de acordo com Freire (2007), o DAM (desvio absoluto médio) estima a dispersão dos valores.

O objetivo do presente artigo foi identificar o modelo de previsão de demanda mais adequado para a gestão de estoque de matérias-primas de uma indústria madeireira localizada na cidade de Botucatu/SP, sendo assim, este estudo torna-se relevante especialmente para a organização que poderá aplicá-lo na prática, visando melhorias e obtendo maior controle sobre seus estoques, diminuindo assim a perda de materiais e prejuízos gerados pela sua estocagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado em uma indústria madeireira da cidade de Botucatu/SP, que tem como principal foco a produção de painéis de partículas de madeira aglomeradas.

A fabricação de painéis é composta por diversas etapas, e para o estudo, foi selecionado o processo de impregnação de papéis que utiliza matérias-primas que possuem

alto custo e impacto financeiro para a empresa. Este processo tem como base o uso de 11 matérias-primas que foram abordadas neste estudo com a denominação de A a K e avaliados por meio da curva ABC e dos modelos de previsão da demanda.

Para a realização deste estudo, utilizou-se os valores de compra de cada item e a quantidade comprada no período de julho/2012 a julho/2014.

A empresa não divulgou o modelo de previsão de demanda utilizado atualmente, forneceu apenas as informações de previsão do mês de julho/2014, quando foi comparado com o melhor modelo de previsão de demanda que o estudo encontrou.

Os modelos do estudo foram os seguintes: Média Móvel Simples (MMS), Média Móvel Ponderada (MMP) e Modelo de Suavização Exponencial (MSUAV_x, onde x representa o valor do alfa). Cada modelo pode ser caracterizado por:

- No modelo de média móvel simples (MMS) foi utilizado o período de tempo (n) igual a 3 meses.
- Na média móvel ponderada (MMP), atribuíram-se os pesos de 0,6; 0,3 e 0,1 por serem os mais empregados na literatura (SILVA; OLIVEIRA, 2012). Neste caso 0,6 atribui um peso de 60% para o valor mais antigo, depois 30% e finalmente 10%. Ou seja, neste modelo os valores mais antigos tem maior influência no ajuste.
- Na suavização exponencial, atribuiu-se vários valores para alfa, entre eles 0,05 (MSUAV05); 0,1 (MSUAV1); 0,3 (MSUAV3); 0,4 (MSUAV4) e 0,5 (MSUAV5); com o objetivo de verificar o melhor ajuste. Varia-se de 0,05 a 0,5, por ser o limite empregado na literatura conforme Silva e Oliveira (2012). Para alfas superiores a 0,5, outros métodos devem ser empregados como Holt e Winter (SILVA; OLIVEIRA, 2012).

Para avaliar o melhor modelo, comparou-se o valor do Desvio Absoluto Médio (DAM) como apresentado por Silva e Oliveira (2012). A fórmula do DAM é a seguinte:

$$DAM = \frac{|\sum e_t|}{n}$$

Sendo que:

$\sum e_t$ = Somatório dos erros absolutos em módulo.

e_t = Valor de consumo do mês anterior ao atual menos a previsão do mês t correspondente.

t = Momento da previsão: mês de referência.

n = Número de períodos de previsão.

Para este estudo, utilizou-se a previsão do consumo de cada item para três meses anteriores ao atual totalizando vinte e cinco observações. Portanto, o cálculo da previsão se

iniciou no quarto mês da série o que fez com que o número de períodos (n) para o cálculo do DAM fosse de vinte e um.

3 RESULTADOS

As matérias-primas que são utilizadas no processo de impregnação geram um custo altamente significativo para a empresa. A fim de analisar o investimento total no período estudado e verificar quais são os itens de maior e menor valor, a curva ABC foi construída, identificando-se os itens mais importantes em relação ao valor de investimento.

Na Tabela 1, todos os itens que compõe o processo (nomeados de A a K) são apresentados com seu investimento total embasado no custo unitário/kg.

Tabela 1 – Consumo, preço e investimento para os itens de A a K no período de jul/2012 a jul/2014

Item	Consumo (kg)	Preço unitário (R\$)	Investimento (R\$)	Investimento Total
A	13.199	13,60	179.546,97	0,42%
B	53.450	9,19	491.401,69	1,14%
C	13.345	9,63	128.472,74	0,30%
D	43.052	11,70	503.646,63	1,17%
E	55.386	7,91	438.256,35	1,02%
F	18.592	13,50	251.038,51	0,58%
G	2.893	42,31	122.391,55	0,28%
H	16.979	59,95	1.017.890,35	2,37%
I	5.564	8,14	45.278,75	0,11%
J	13.648.362	2,42	33.005.834,89	76,84%
K	4.434.276	1,53	6.771.139,45	15,76%
TOTAL	18.305.100		42.954.897,88	100,00%

A Tabela 2 apresenta a classificação ABC dos itens. A porcentagem considerada como taxa de corte foi de 75% para os itens de classe A, 15% para os itens de classe B, 10% para os de classe C.

Tabela 2 - Classificação da Curva ABC

Item	Consumo (kg)	Preço unitário (R\$)	Investimento (R\$)	Investimento Total	Classificação descrecente	% acumulada	Classificação ABC
J	13.648.362	2,42	33.005.834,89	76,89%	11	76,89	A
K	4.434.276	1,53	6.771.139,45	16,08%	10	92,97	B
H	16.979	59,95	1.017.890,35	2,22%	9	95,19	C
D	43.052	11,70	503.646,63	1,13%	8	96,32	C
B	53.450	9,19	491.401,69	1,11%	7	97,43	C
E	55.386	7,91	438.256,35	0,66%	6	98,09	C
F	18.592	13,50	251.038,51	0,66%	5	98,75	C
A	13.199	13,60	179.546,97	0,47%	4	99,22	C
C	13.345	9,63	128.472,74	0,38%	3	99,60	C
G	2.893	42,31	122.391,55	0,29%	2	99,89	C
I	5.564	8,14	45.278,75	0,11%	1	100,00	C
TOTAL			42.954.897,88	100,00%			

Com base nos resultados obtidos na Tabela 2, pode-se constatar que: a classe A representa 76,89 % do valor investido, os de classe B 16,08% e os de classe C 7,03%.

A quantidade de itens consumidos da classe A correspondem a 9,1% do total de itens, os de classe B correspondem também a 9,1% e os de classe C 81,8% dos itens.

A partir destes resultados, apenas o item A poderia ser estudado, pois representa 76,89% do total de investimento deste processo. Contudo, optou-se em analisar todos os itens por se tratar de bens complementares de um mesmo produto final. Estes itens complementares possuem lotes mínimos de compra e origem estrangeira o que dificulta sua gestão.

Na Tabela 3, pode-se visualizar a quantidade prevista pelo modelo atualmente utilizado pela empresa no mês de julho/2014, comparada à quantidade realmente consumida do produto final no mesmo período.

Tabela 3 - Demanda real e previsão, pelo método da empresa, da quantidade de cada item (em kg)

ITEM	Demanda Real de Jul/14	Previsão para Jul/14
A	500,0	600,0
B	1.751,0	1.932,0
C	800,0	762,0
D	1.110,0	1.427,0
E	110,0	962,0
F	850,0	900,0
G	154,0	124,0
H	726,0	630,0
I	251,0	199,0
J	356.771,0	466.133,3
K	229.060,0	188.930,5

A Tabela 4 apresenta os valores monetários de cada item da demanda real e demanda prevista, onde se pode observar que o atual modelo de previsão utilizado pela empresa, produz uma diferença de R\$ 209.529,20 entre a demanda real da soma de todos os itens para julho/2014 e seu valor previsto.

Tabela 4 - Comparação de valores gastos na demanda real e na demanda prevista pela empresa

ITEM	Valor Médio (R\$/kg)	Valor da demanda real de jul/14	Valor previsto para jul/14
A	13,6	6.801,4	8.161,7
B	9,2	16.098,0	17.762,0
C	9,6	7.701,5	7.335,7
D	11,7	12.985,3	16.693,8
E	7,9	870,4	7.612,0
F	13,5	11.477,0	12.152,2
G	42,3	6.515,4	5.246,2
H	60,0	43.523,8	37.768,6
I	8,1	2.042,7	1.619,5
J	2,4	862.779,3	1.127.250,2
K	1,5	349.774,6	288.496,9
Valor Total (R\$)		1.320.569,5	1.530.098,7

Com a aplicação dos modelos propostos, obteve-se as comparações no período de julho/2012 a julho/2014, conforme a Tabela 5. Na tabela, é possível observar os modelos que

tiveram o maior e o menor Desvio Absoluto Médio (DAM). Comparando um modelo com a demanda real, é possível verificar a quantidade de unidades que se afasta do valor real por período para cada modelo. A melhor opção é o valor com menor diferença por unidades, ou seja, com menor DAM.

Observando-se na Tabela 5, por exemplo, o item J, a suavização exponencial com alfa de 0,5 (MSUAV5) se distanciou do consumo real 54.089,6 unidades, enquanto que pelo modelo de média móvel simples (MMS) se distanciou 105.002,1 unidades. Isto representa 94,1% a mais de diferença da demanda real. Desta forma, pode-se observar que comparando-se todos os modelos propostos, o que apresentou o menor DAM para todos os itens foi a média de suavização exponencial com alfa de 0,5 (MSUAV5). Isto indica que a previsão mais ajustada para a característica de consumo desta empresa, utiliza os dados mais recentes com ponderações iguais, isto é, como o alfa é de 0,5 se dá importância igual para as informações do consumo dos dois últimos meses.

Tabela 5 – Valores do desvio absoluto médio (DAM) dos modelos propostos das demandas de cada item

ITEM	MODELOS DE PREVISÃO						
	MMS	MMP	MSUAV05	MSUAV1	MSUAV3	MSUAV4	MSUAV5
A	82,3	81,1	81,9	77,6	60,3	51,7	43,1
B	364	346,1	353,5	334,9	260,5	223,3	186,1
C	168,8	164,6	184	174,3	135,5	116,2	96,8
D	378,8	386,3	373,1	353,5	274,9	235,6	196,4
E	624,2	618,3	572	541,9	421,5	361,3	301
F	202,3	190,8	195,6	185,3	144,1	123,5	103
G	24,2	22,5	22,9	21,7	16,9	14,5	12
H	130,1	119	110,7	104,9	81,6	69,9	58,3
I	59	64,4	75,4	71,4	55,6	47,6	39,7
J	105.002,1	102.812	102.770,3	97.361,3	75.725,5	64.907,6	54.089,6
K	29.179,5	28.020	29.979,8	28.402	22.090,4	18.934,6	15.778,9

Na tabela 6, observa-se que com o modelo de previsão utilizado pela empresa atualmente, a diferença entre a demanda real total para julho/2014 e o valor da previsão para o mesmo período é de R\$ 209.529,20, utilizando o melhor modelo encontrado neste estudo que é o de suavização exponencial alfa 0,5 (MSUAV5) comparado a demanda real total, o valor é de R\$ 20.955,30, cerca de um décimo do valor que a empresa investiu somente em julho/2014 utilizando o método que a mesma utiliza para o cálculo de previsão.

Tabela 6 – Valor médio do item, demanda real, previsão da empresa e previsão pela suavização exponencial alfa 0,5 (MSUAV5)

Item	Valor Médio (R\$/kg)	Demanda Real (R\$) jul/14	Previsão Empresa (R\$) jul/14	Previsão MSUAV α 0,5 (R\$) jul/14	Diferença entre Previsão empresa / Demanda Real	Diferença entre Previsão MSUAV5 α 0,5 / Demanda Real
A	13,6	6.801,4	8.161,7	7.073,5	1.360,3	272,1
B	9,2	16.098,0	17.762,0	15.491,2	1.664,0 -	606,8
C	9,6	7.701,5	7.335,7	8.418,7 -	365,8	717,2
D	11,7	12.985,3	16.693,8	13.277,8	3.708,5	292,5
E	7,9	870,4	7.612,0	5.697,1	6.741,6	4.826,7
F	13,5	11.477,0	12.152,2	10.126,8	675,2 -	1.350,2
G	42,3	6.515,4	5.246,2	5.753,9 -	1.269,2 -	761,5
H	60,0	43.523,8	37.768,6	42.894,3 -	5.755,2 -	629,5
I	8,1	2.042,7	1.619,5	1.835,2 -	423,2 -	207,5
J	2,4	862.779,3	1.127.250,2	930.222,1	264.470,9	67.442,8
K	1,5	349.774,6	288.496,9	300.734,3 -	61.277,7 -	49.040,3
TOTAL		1.320.569,4	1.530.098,8	1.341.524,9	209.529,4	20.955,5

Na tabela 7, visualiza-se a quantidade prevista pelo modelo atualmente utilizado pela empresa no mês de julho/2014, comparada a quantidade realmente consumida do produto final e ao melhor modelo definido neste estudo. Observa-se que a diferença entre a demanda real e o previsto em nove dos onze itens, apenas nos itens F e C que o modelo adotado pela empresa teve maior precisão. No item J (classificação A da Curva ABC), a diferença foi de 8% pelo modelo de suavização exponencial com alfa de 0,5 (MSUAV5) e de 31% pelo modelo usado pela empresa representando R\$ 197.028,10 a menos de imobilização com estoque.

Tabela 7 – Demanda Real, previsão da empresa, diferença em relação ao real (%), previsão MSUAV5 e diferença em relação ao real (%)

ITEM	Demanda real (kg) (jul/14)	Previsão Empresa (kg)	Diferença (%)	Previsão MSUAV α 0,5 (kg)	Diferença (%)
A	500,0	600,0	20%	520,0	4%
B	1.751,0	1.932,0	10%	1.685,0	-4%
C	800,0	762,0	-5%	874,5	9%
D	1.110,0	1.427,0	29%	1.135,0	2%
E	110,0	962,0	775%	720,0	555%
F	850,0	900,0	6%	750,0	-12%
G	154,0	124,0	-19%	136,0	-12%
H	726,0	630,0	-13%	715,5	-1%
I	251,0	199,0	-21%	225,5	-10%
J	356.771,0	466.133,3	31%	384.659,5	8%
K	229.060,0	188.930,5	-18%	196.944,5	-14%

5 CONCLUSÃO

O estudo de modelos de previsão de demanda para uma empresa madeireira apresenta uma economia de recursos imobilizados em estoque de matéria-prima. O modelo de média móvel foi o que apresentou o maior Desvio Absoluto Médio (DAM) em relação ao consumo real. Os modelos de suavização exponencial foram os que mais se ajustaram as características da empresa, com os menores DAM, que não apresentou sazonalidade ou tendência de crescimento no período estudado.

Mesmo a empresa não divulgando o atual modelo de previsão utilizado, foi possível verificar por meio dos valores e quantidades de compra informados que o gasto atual da empresa com os itens de matéria-prima do processo de impregnação, para o mês de julho de 2014, possui grande diferença do consumo real. O melhor modelo apresentou uma diferença em valores monetários de R\$ 20.955,3 superior em relação ao consumo real da empresa.

Pelo modelo que a empresa utiliza houve uma estimação de R\$ 209.529,20 superior a demanda real. Pelo modelo proposto, suavização exponencial alfa 0,5 (MSUAV5), haveria uma economia de noventa por cento em relação ao utilizado pela empresa (R\$ 188.573,90) na imobilização do estoque para o período estudado.

Conclui-se que o modelo de suavização exponencial alfa 0,5 (MSUAV5) é o melhor modelo de previsão para todos os itens do estudo, propondo-se uma melhor gestão de demanda, como forma de redução de custo.

É importante destacar que as especificidades dos produtos estudados tais como, volume de compra e origem, podem ter impacto nas decisões de compra e manutenção dos estoques, devendo assim ser considerados para o emprego do modelo de gerenciamento do estoque.

REFERÊNCIAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos:** planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre, RS: Boockman, 2004.

BENTO, A. **The Importance of Inventory Management: a case study in Automobile Industry.** Dissertation (Course of Master of Transportation). Florianópolis/SC. 94 p, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91461>>. Acesso em: 15 mar. 2014.

DIAS, M.A.P. **Administração de materiais:** princípios, conceitos e gestão. 5 ed. São Paulo, SP. Editora Atlas S.A, 2009.

FREIRE, G. **Estudo comparativo de modelos de estoques num ambiente com previsibilidade variável de demanda**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-27072007-181506/en.php>>. Acesso em 14 mar. 2015.

GARCIA, E. S.; LACERDA, L. S.; AROZO, R. **Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança**. São Paulo, 2006.

GERBER, J. Z.; MIRANDA, R. G.; BORNIA, A. C.; FREIRES, F. G. M. **Organização de referenciais teóricos sobre diagnóstico para a previsão de demanda**. Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, Recife/PE. Vol. 11, n. 1. p. 160 – 185, 2013.

MANCUSO, A. C. B.; WERNER, L. **Estudo dos métodos de previsão de demanda aplicado em uma empresa de auditorias médicas**. Revista Ingenieria Industrial, Conception/Chile. Vol. 13, n. 1, 2014.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2006. 564p.

RAMANATHAN, R. **ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization**. Computers & Operations Research. Holanda/Amsterdam. Editora Elsevier. V. 33, n. 3, p. 695 - 700, 2006.

SANTOS, B. C.; CASTRO, J.; RAMOS, I.; SALGADO, P.; NUNES, W. **Gestão de estoques**. Revista de trabalhos acadêmicos - Universo, Niterói/RJ. Vol.1, n. 09, 2014.

SILVA, D. A. M.; OLIVEIRA, P. A. **Comparação entre métodos de previsão de demanda aplicados a fios cirúrgicos utilizados em um hospital escola do município de Botucatu**. Revista *Tekhne e Logos*, Botucatu, SP, Vol. 3, n. 3, Novembro, 2012.