

Estudo de caso: Utilização de um modelo quantitativo de previsão de demanda aplicado em uma agroindústria

Leticia Fernanda Pires Alves (Unespar – Campus Campo Mourão) piresleticia@hotmail.com
Fabiane Avanzi Rezende (Unespar – Campus Campo Mourão) rezende.fabiane@hotmail.com
Rayane Carla Scheffer (Unespar – Campus Campo Mourão) rayane.scheffer@hotmail.com
Thaís da Silva (Unespar – Campus Campo Mourão) thais_fnx@hotmail.com
Rony Peterson da Rocha – (Unespar – Campus Campo Mourão)

Resumo:

Atualmente, há uma grande competitividade do mercado, uma alternativa para as empresas sobreviverem ao mercado atual é através da previsão de demanda, que são técnicas utilizadas pela Programação e Controle da Produção (PCP), que tem função de fornecer informações sobre a demanda futura dos produtos, para que a produção seja planejada antecipadamente e os recursos estejam disponíveis na quantidade e qualidade adequadas. O presente artigo tem por objetivo realizar a previsão de demanda a partir de técnicas quantitativas, utilizando dados históricos de uma empresa do ramo alimentício, analisar os resultados obtidos e comparar a demanda real com a previsão fornecida pela melhor técnica. Os métodos de abordagem utilizados foram o qualitativo e quantitativo. A pesquisa classifica-se quanto aos fins como descritiva e quanto aos meios como pesquisa bibliográfica e estudo de caso, dos tipos tradicional e virtual. A coleta dos dados de previsão de demanda foi realizada em uma agroindústria de grande porte localizada no Estado do Paraná, com o foco no setor de PCP da empresa. Pode-se notar que o modelo que apresenta melhor previsão de demanda é o modelo da técnica média móvel exponencial com coeficiente de ponderação de 0,8 pois o mesmo apresenta o melhor desempenho do MAD em relação ao erro. Para que o planejamento da empresa possa produzir efeito frente as demandas, a empresa deve ter foco em seus sistemas de controle para atingir seus objetivos.

Palavras chave: Planejamento e controle da produção; Planejamento estratégico da produção; Métodos qualitativos.

Case Study: Using a quantitative model of demand forecasting applied in an agricultural industry

Abstract:

Currently, there is a very competitive marketplace, an alternative for companies survive the current market is through demand forecasting, which are techniques used by the Planning and Production Control which is responsible for providing information about the future demand of the products, so that production is planned in advance and the resources are available in adequate quantity and quality. This article aims to perform the demand forecast from quantitative techniques, using historical data of a food company, analyze the results and compare with the actual demand forecast provided by best technical. The approach methods used were both qualitative and quantitative. The research is classified as descriptive as to the purposes and on the means as literature and case study of traditional and virtual types. Data collection demand forecasting was performed in a large agricultural industry in the state of Paraná, with a focus on Planning and Production Control sector company. It may be noted that the model has better demand forecasting model is the exponential moving average technique with

weighting of 0.8 because it presents the best performance of the MAD in relation to error. For the planning of the company can produce the opposite effect demands, the company should have focused on their control systems to achieve their goals.

Key-words: Planning and production control; Strategic planning of production; Qualitative methods.

1. Introdução

As mudanças econômicas nos últimos anos e a competitividade do mercado atual, fez com que as empresas se adaptassem aos desafios para sobreviverem no mercado em que estão inseridas (QUEIROZ; CAVALHEIRO, 2003).

Desta forma, uma alternativa para garantir o seu lugar no mercado, é através da previsão de demanda, que tem função de fornecer informações sobre a demanda futura dos produtos produzidos pela empresa, para que a produção seja planejada antecipadamente e os recursos necessários estejam disponíveis na quantidade, momento e qualidade adequada (QUEIROZ; CAVALHEIRO, 2003).

Previsões de demanda de produtos apresentam um papel importante no sistema produtivo de uma empresa, pois decisões relevantes podem se subordinar a esta previsão (ZAN, 2011). Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo realizar a previsão de demanda a partir de técnicas quantitativas, utilizando dados históricos de uma empresa do ramo alimentício, analisar os resultados obtidos e comparar a demanda real com a previsão fornecida pela melhor técnica.

O presente artigo enquadra-se na área de Engenharia de Operações e Processos da Produção, que consiste em projetar, operar e melhorar os sistemas que criam e entregam bens ou serviços de uma empresa, e está estruturado em 5 seções, sendo a introdução, o referencial teórico, para o melhor entendimento do tema abordado, a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, o estudo de caso em questão, as considerações finais e por fim, listam-se as referências.

2. Previsão de demanda

A previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa (TUBINO, 2009), ou seja, estas são necessárias para auxiliar na determinação de que recursos são necessários, da programação dos recursos existentes e da aquisição de recursos adicionais (RITZMA; KRAJEWSKI, 2004).

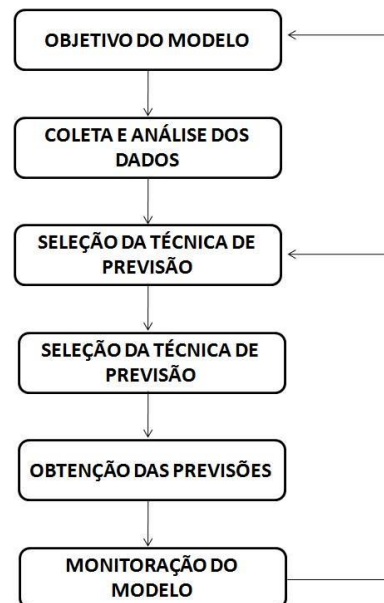
Em um processo de planejamento de sistemas de produção, as previsões têm uma função muito importante, pois permitem que os administradores destes sistemas antevjam o futuro e planejem adequadamente suas ações (TUBINO, 2009).

As previsões de demanda são usadas pela Programação e Controle da Produção (PCP) para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso desse sistema (TUBINO, 2009). No primeiro caso, previsões agregadas de longo prazo são usadas na elaboração do plano de produção, no qual define qual família de produtos ou serviços a empresa deve oferecer ao mercado (TUBINO, 2009). Já no segundo caso, as previsões são utilizadas para o médio e curto prazo, as quais são mais detalhadas, no sentido de utilizar os recursos disponíveis, envolvendo planos de produção e armazenagem, compras e reposição dos estoques, mão de obra e sequenciamento da produção (TUBINO, 2009).

A previsão, muitas vezes, apresenta dificuldades em ser obtida, e estas incertezas devem ser consideradas pelas empresas ao serem realizadas as previsões de demanda (CONSUL; WERNER, 2010).

No entanto, para realizar boas previsões de demanda, é necessário conhecer bem os produtos e o mercado, afinal, é dessa forma que se entendem as informações de venda, identifica-se a sazonalidade, as tendências, entre outros fatores (ROSSETTO *et al.*, 2011).

Para a elaboração da previsão de demanda são estabelecidas cinco etapas básicas, sendo elas: a) Definição do objetivo do modelo; b) Coleta e análise dos dados; c) Seleção da técnica de previsão; d) Obtenção das previsões; e e) Monitoração dos modelos (TUBINO, 2009), conforme ilustra a Figura 1.



Fonte: Tubino (2009)

Figura 1 - Etapas do modelo de previsão de demanda

Tendo entendido os conceitos de previsão de demanda é de extrema importância que se identifique quais as técnicas de previsão de demanda existem, bem como, suas diferenças em relação à aplicabilidade das mesmas.

2.1 Técnica de previsão de demanda

Embora existam inúmeras técnicas de previsão, com diferenças significativas entre elas, existem certas características que são comuns entre as técnicas, tais como, *i)* A suposição de que as causas que influenciaram a demanda passada continuarão a agir no futuro; *ii)* A imperfeição das previsões, visto que não se consegue prever todas as variações aleatórias que podem vir a acontecer; *iii)* A diminuição da acuracidade à medida que aumenta o período de tempo investigado; *iv)* A previsão para grupos de produtos é mais precisa que para produtos individuais (TUBINO, 2009).

No tratamento dos dados disponíveis para a elaboração da previsão de demanda, duas técnicas podem ser utilizadas, sendo, as técnicas qualitativas, que são baseadas em fatores subjetivos ou de julgamento, e as quantitativas, que são baseadas em séries históricas projetadas para o futuro segundo algum método, sendo esta por sua vez, dividida em técnicas baseadas em séries temporais e técnicas baseadas em correlação (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Para Tubino (2009) as técnicas qualitativas, são mais rápidas de se preparar, por isso, são

empregadas quando não se dispõe de tempo para coleta e análise de dados da demanda passada, até mesmo na introdução de um produto novo, para o qual não existam dados passados a se considerar ou ainda quando a economia/política se encontra muito instável, tornando os dados passados muito obsoletos, além de não se adquirir informações atualizadas.

2.1.1 Previsões baseadas em séries temporais

As séries temporais partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis e consiste em um método simples que quando bem elaborado traz bons resultados (MARINS, 2010).

Em uma curva temporal de previsão pode haver tendência, sazonalidade e variações irregulares e randômicas, existindo diferentes técnicas para se tratar de cada um (QUEIROZ; CAVALHEIRO, 2003):

- a) Tendência: os dados podem variar no decorrer dos períodos, de forma crescente ou decrescente. Esta tendência pode ser representada por uma equação que descreve este movimento;
- b) Sazonalidade: ocorrência de variações para cima e para baixo, a intervalos regulares nas séries temporais da demanda;
- c) Variações irregulares: alterações nas demandas passadas resultantes de fatores excepcionais;
- d) Variações randômicas: combinação dos valores baixos e altos, gerando uma previsão média com menor variabilidade do que os dados originais.

2.1.2 Previsões baseadas em correlações

As previsões baseadas em correlação buscam prever a demanda de produtos com base na previsão de outra variável que esteja relacionada com o produto. O objetivo dessas previsões consiste em estabelecer uma equação que identifique a influência da variável sobre a demanda do produto, sendo que para isso é necessário saber o histórico da demanda do produto e da variável de previsão (TUBINO, 2009).

Quando a correlação entre as variáveis resulta em uma equação linear, é chamada de regressão linear, que segundo Ritzman e Krajewski (2004) é um dos modelos de correlação mais conhecidos e utilizados, que utiliza uma linguagem técnica que minimiza os desvios quadrados dos dados reais. O cálculo da equação da reta pode ser feito conforme a Equação 1:

$$Y = a + bx \quad (1)$$

Onde:

Y : variável dependente;

x : variável independente;

a : interseção da linha no eixo y ; e

b : inclinação da linha.

Para encontrar os valores de a e b , segue as Equações (2) e (3) conforme descreve Gaither e Frazier (2006):

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad (3)$$

Onde:

n : período considerado para o estudo.

Para determinar a correção entre duas variáveis, utiliza-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) (MARINS, 2010), que está representado na Equação 4.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2}} \quad (4)$$

Este coeficiente apresenta as seguintes variações, conforme mostra a Tabela 1:

R	CORRELAÇÃO
Próxima de 0 e positiva	Correlação fraca e direta
Próxima de 1	Correlação forte e direta
Entre 0 e 1	Correlação razoável e direta
Próxima de 0 e negativa	Correlação fraca e inversa
Próxima de -1	Correlação forte e inversa
Entre 0 e -1	Correlação razoável e inversa

Fonte: TUBINO (2009)

Tabela1 - Variações do coeficiente de correlação

2.2 Previsões baseadas na média móvel

A média móvel é uma técnica de previsão que altera a influência dos valores passados de uma série na projeção futura, na qual consiste no cálculo da média dos valores mais recentes, ou seja, a cada período, o valor mais antigo é substituído pelo mais recente, assim modificando a média (CONSUL; WERNER, 2010), conforme a Equação (5).

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (5)$$

Onde:

Mm_n : média móvel de n períodos;

D_i : demanda ocorrida no período i ;

n : número de períodos; e

i : índice do período ($i = 1, 2, 3, \dots$).

2.3 Previsões baseadas na média exponencial móvel

Na média exponencial móvel, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação (PEREIRA *et al.*, 2006), conforme a Equação (6).

$$M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (6)$$

Onde:

M_t : previsão para o período t ;

M_{t-1} : previsão para o período $t-1$;

α : coeficiente de ponderação; e

D_{t-1} : demanda do período $t-1$.

2.4 Manutenção e Monitoramento do modelo

Como as técnicas de previsão de demanda estão sujeitas a erros, é necessário verificar sua acuracidade, por meio de indicadores. Primeiramente é feita a somatória acumulativa das demandas e das previsões, em seguida é calculado o erro da previsão, e por fim calcula-se o desvio absoluto médio (MAD) (ZAN; SELITTE, 2007), conforme a Equação (7).

$$MAD = \frac{\sum |D_{\text{atual}} - D_{\text{prevista}}|}{n} \quad (7)$$

3. Metodologia

Os métodos de abordagem utilizados foram o qualitativo e quantitativo. A pesquisa para o estudo classifica-se quanto aos fins como descritiva, pois descreve-se as principais questões relacionadas a previsão de demanda, e quanto aos meios como pesquisa bibliográfica e estudo de caso, dos tipos tradicional e virtual.

A coleta dos dados de previsão de demanda foi realizada em uma agroindústria de grande porte localizada no Estado do Paraná, com o foco no setor de PCP da empresa.

4. Estudo de caso

A indústria X investe bastante em qualidade e em seus sistemas de produção pois tem participação no mercado nacional e internacional, além de liderar as exportações no estado do Paraná e está entre as maiores exportadoras do país.

Produz tanto alimentos para o varejo (Margarina, creme vegetal, óleo de soja, café torrado e moído, farinha de trigo e gordura vegetal), quanto para linha industrial (Gorduras, farinhas e margarinas, além das commodities farelo e óleo degomado de soja). O estudo de caso em questão foi realizado no setor de envase de óleo de indústria.

A seguir será apresentado na Tabela 2, a demanda de vendas de unidades de garrafas pet de óleo da empresa de Janeiro de 2013 à Agosto de 2014.

PERÍODO	DEMANDA POR UNIDADE DE GARRAFAS DE ÓLEO
Janeiro de 2013	765.053
Fevereiro de 2013	724.492
Março de 2013	814.671
Abril de 2013	817.005
Maio de 2013	798.103
Junho de 2013	742.027
Julho de 2013	710.802
Agosto de 2013	667.938
Setembro de 2013	651.284
Outubro de 2013	728.439
Novembro de 2013	612.589
Dezembro de 2013	409.431
Janeiro de 2014	733.233
Fevereiro de 2014	744.263
Março de 2014	800.926
Abril de 2014	763.188
Maio de 2014	796.825
Junho de 2014	739.529
Julho de 2014	818.115
Agosto de 2014	668.027

Tabela 2 – Demanda por unidade de garrafas de óleo de Janeiro de 2013 à Agosto de 2014

A partir dos dados da Tabela 2, foi gerado o gráfico da demanda de unidades de garrafas de óleo, o qual esta representado na Figura 2.

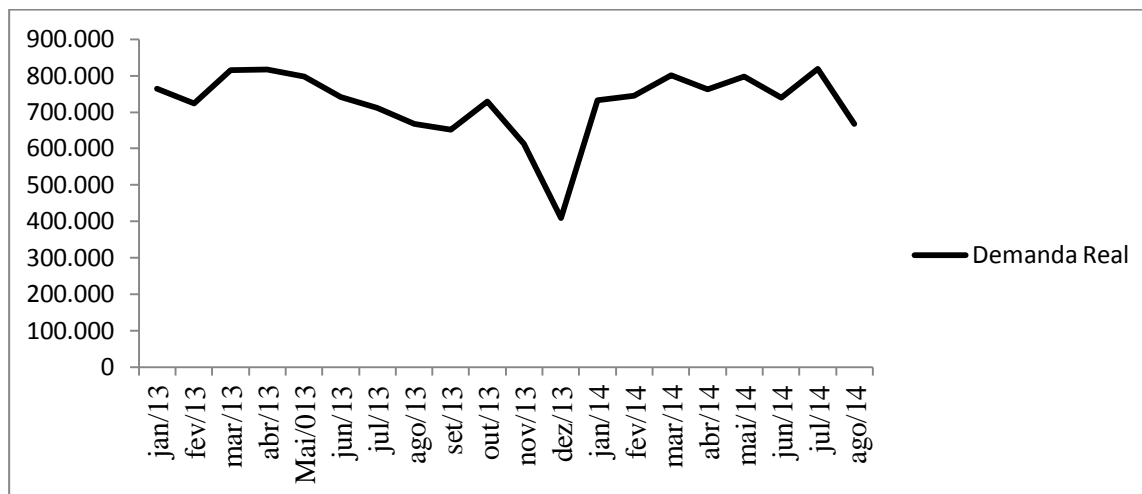


Figura 2 – Gráfico de demanda por unidade de garrafas de óleo por mês

Observa-se pelo gráfico da Figura 2 que a demanda do produto varia aleatoriamente.

4.1 Previsão de demanda para o produto

Com base no gráfico da demanda do produto (Figura 2) e a partir de conhecimentos sobre previsão como abordado na fundamentação teórica, nota-se que a demanda do produto varia aleatoriamente, o que nos indica a usar a técnica de previsão para da média, sendo estas, média móvel e média móvel exponencial para realizar a previsão do produto para os próximos períodos, que corresponde a Fevereiro de 2014 à Agosto de 2014, e assim compará-las com as devidas demandas que a empresa obteve do produto neste período.

Para o cálculo das previsões com a técnica de média móvel exponencial foram realizadas planilhas no *Excel*, para facilitar os cálculos.

Para as previsões da média móvel exponencial foram realizados os cálculos a partir da Equação (6), para as quais foram estabelecidos valores para $\alpha_1 = 0,2$, $\alpha_2 = 0,5$ e $\alpha_3 = 0,8$. As previsões desses modelos e os seus respectivos erros podem ser visualizados na Tabela 2.

Período (t)	Demanda (D)	$\alpha_1 = 0,2$		$\alpha_2 = 0,5$		$\alpha_3 = 0,8$	
		Mt	Erro	Mt	Erro	Mt	Erro
jan/13	765.053						
fev/13	724.492	765.053	-40.561	765.053	-40.561	765.053	-40.561
mar/13	814.671	756.940,8	57.730	744.772,5	69.899	732.604,2	82.067
abr/13	817.005	768.486,84	48.518	779.721,75	37.283	798.257,64	18.747
mai/13	798.103	778.190,47	19.913	798.363,36	-260	813.255,53	-15.153

Tabela 2 - Previsões calculadas com os valores de α e os seus respectivos erros (continua)

Período (t)	Demanda (D)	$\alpha_1 = 0,2$		$\alpha_2 = 0,5$		$\alpha_3 = 0,8$	
		Mt	Erro	Mt	Erro	Mt	Erro
jun/13	742.027	782.172,98	-40.146	798.233,19	-56.206	801.133,51	-59.107
jul/13	710.802	774.143,78	-63.342	770.130,09	-59.328	753.848,30	-43.046
ago/13	667.938	761.475,42	-93.537	740.466,05	-72.528	719.411,26	-51.473
set/13	651.284	742.767,94	-91.484	704.202,02	-52.918	678.232,65	-26.949
out/13	728.439	724.471,15	3.968	677.743,01	50.696	656.673,73	71.765
nov/13	612.589	725.264,72	-112.676	703.091,01	-90.502	714.085,94	-101.497
dez/13	409.431	702.729,58	-293.299	657.840,00	-248.409	632.888,39	-223.457
jan/14	733.233	644.069,86	89.163	533.635,50	199.597	454.122,48	279.111

Tabela 2 - Previsões calculadas com os valores de α e os seus respectivos erros (fim)

Com os dados gerados da previsão de demanda na Tabela 2 e por meio da Equação (7), foi possível fazer a monitoração dos modelos pela técnica de previsão a partir do MAD, sendo os valores encontrados presentes no Quadro 1.

Técnica da média móvel exponencial			
Modelo	MAD	4*MAD	Monitoração
α_1	79.528,08	318.112,32	é menor que o erro
α_2	81.515,58	326.062,33	é maior que o erro
α_3	84.411,08	337.644,33	é maior que o erro

Quadro 1 - MAD e monitoração respectivo de cada valor de α pela técnica média móvel exponencial

Como a maioria dos modelos atendem o critério de monitoração de que $4 * MAD$ é maior que o erro, é necessário utilizar outro critério para determinar qual modelo nos fornece uma melhor previsão da demanda, sendo este o critério em que o valor do erro é mais distante do que $4 * MAD$. É possível visualizar a monitoração com esse critério no Quadro 2.

Técnica da média móvel exponencial			
Modelo	MAD	4*MAD	Monitoração
α_1	318.112,32	-515.753	197.640,68
α_2	326.062,33	-263.237	62.825,33
α_3	337.644,33	-109.553	228.091,33

Quadro 2 - Monitoração do modelo da técnica média móvel exponencial.

A partir dos resultados, nota-se que o modelo que apresenta melhor previsão de demanda é o modelo da técnica média móvel exponencial com coeficiente de ponderação de 0,8, pois o mesmo apresenta o melhor desempenho do MAD em relação ao erro, isso também pode ser visualizado na Figura 2.

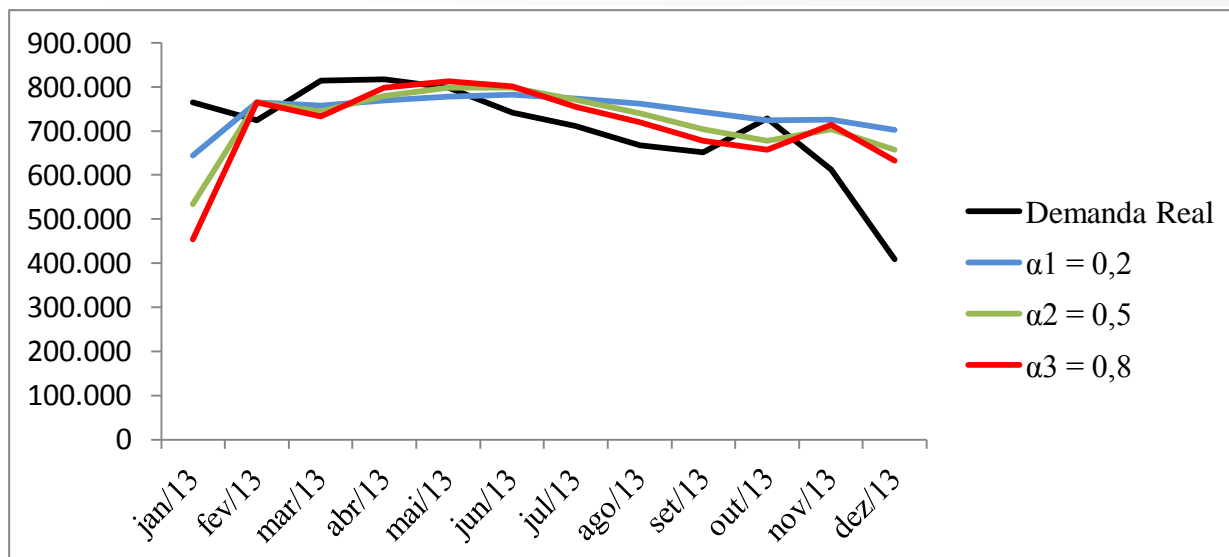


Figura 2 – Gráfico de comparação da demanda com os métodos aplicados para a previsão da mesma

Nota-se pela Figura 2, que a previsão que mais se aproxima da demanda real é a previsão com o coeficiente de ponderação igual a 0,8.

Além disso, pela empresa disponibilizar a demanda do produto até o mês de Agosto de 2014, foi comparada esta demanda com as previsões calculadas no modelo que apresenta a melhor previsão para os respectivos meses, conforme mostra o Quadro 5.

Técnica da média móvel			
Período	Demanda	Período da previsão	Previsão
Janeiro de 2013	765.053	Janeiro de 2014	454.122,48
Fevereiro de 2013	724.492	Fevereiro de 2014	765.053
Março de 2013	814.671	Março de 2014	732.604,2
Abril de 2013	817.005	Abril de 2014	798.257,64
Mai de 2013	798.103	Mai de 2014	813.255,53
Junho de 2013	742.027	Junho de 2014	801.133,51
Julho de 2013	710.802	Julho de 2014	753.848,30
Agosto de 2013	667.938	Agosto de 2014	719.411,26
Setembro de 2013	651.284	Setembro de 2014	678.232,65
Outubro de 2013	728.439	Outubro de 2014	656.673,73
Novembro de 2013	612.589	Novembro de 2014	714.085,94
Dezembro de 2013	409.431	Dezembro de 2014	632.888,39

Quadro 5 – Melhor previsão para os meses

Levando em conta a previsão que gerou o melhor resultado foi a com $\alpha=0,8$, foi gerado um gráfico para que melhor fosse visualizado, sendo este apresentado na Figura 3.

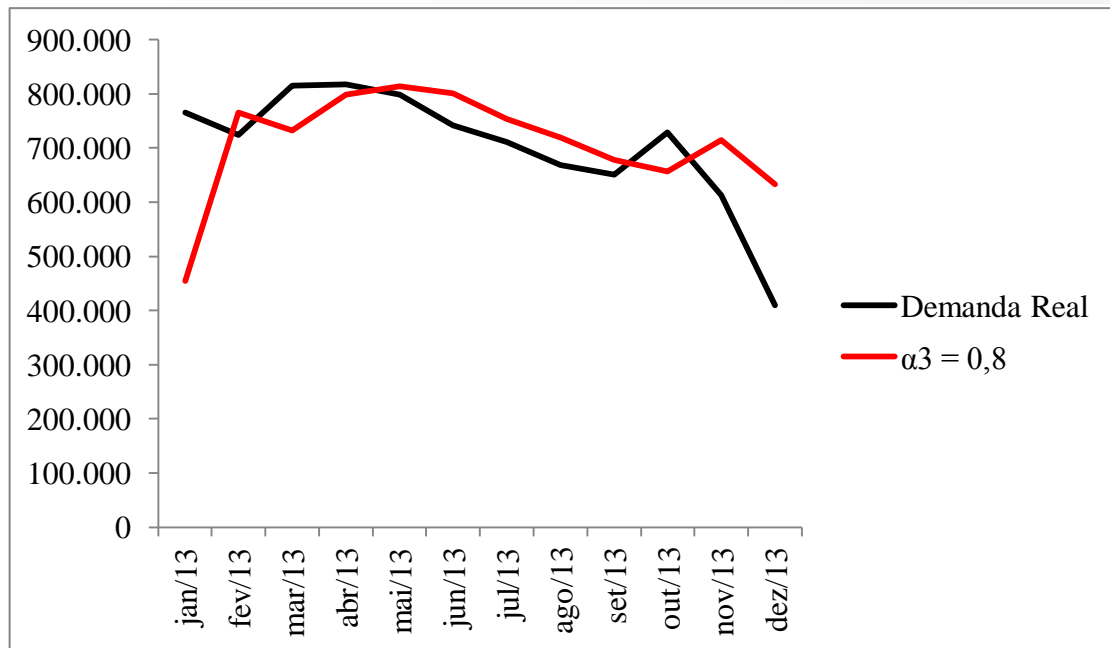


Figura 3 – Gráfico de comparação da demanda com a previsão

Pode-se perceber que a previsão aproxima-se com a demanda real, embora apresente algumas falhas, como faltas ou excessos em alguns períodos.

5. Considerações finais

A realização de previsão de demanda é uma atividade muito importante, pois a mesma pode revelar as tendências de mercado e contribuir para o planejamento estratégico da empresa.

A previsão de demanda é um método válido para as empresas, pois estas conseguem determinar com antecedência suas futuras previsões e assim, ter capacidade de produzir a quantidade necessária no tempo determinado. Para o departamento de PCP, as previsões são importantes pois a partir delas é possível solicitar os recursos necessários para a produção dos seus produtos.

Por melhor que seja a técnica de previsão utilizada, sempre existirão erros. Sendo assim, para que o planejamento da empresa possa produzir efeito frente as demandas, a empresa deve ter foco em seus sistemas de controle para atingir seus objetivos.

Referências

CONSUL, F. B.; WERNER, L. *Avaliação de técnicas de previsão de demanda utilizadas por um software de gerenciamento de estoques no setor farmacêutico*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30, 2010, São Carlos. Anais... São Carlos: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MARINS, F. A. S. *Técnicas de previsão*. 2010.

PEREIRA, S.A. *et al.* *Estudo comparativo entre modelos de previsão de demanda: ensaio em um produto classe A de uma empresa de perfumes e cosméticos*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006.

QUEIROZ, A. A.; CAVALHEIRO, D. C. *Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção de indústrias de alimentos*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Minas Gerais. Anais... Enegep, Minas Gerais, 2003.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROSETTO, M. et al. *Técnicas Qualitativas de Previsão de Demanda: um Estudo Multicasos com Empresas do Ramo de Alimentos.* In: VIII SEGET – SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2011, Resende. Anais... Resende, 2011. 11 f.

ZAN, G. L.; SELLITE, M. A. *Técnicas de previsão de demanda: um estudo de caso triplo com dados de venda de materiais eletro-mecânicos.* *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 4, p. 95-106, jul./set. 2007.