

Application of a demand forecasting model in a rental company of billiard tables

Ramon Gomes da Silva¹, Alef Berg de Oliveira², Igor Cruz da Silva³, Thulio de Oliveria Farias⁴

¹ Mestrando em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil.

^{2,3,4} Engenheiro de Produção, graduado pela Universidade do Estado do Pará, Brasil.

Email: ramongs1406@hotmail.com, alefberg@hotmail.com, igorcruz93@hotmail.com, thuliofarias91@hotmail.com

ABSTRACT

Received: August 09th, 2018.

Accepted: August 29th, 2018.

Published: September 30th, 2018.

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



The paper presents a clear and objective calculus of demand forecasting for a manufacturing company and rental billiard tables. To this finality, we defined some important concepts in the area. Which were the basis for the development of the methodology applied. It was also necessary to describe a bit about the history and current situation of the company, considering its particularities, which are important for choosing the right model, and comment on the need for such a study be applied in the same context. Made several calculations with different forecast models, with detailed analysis of each model to investigate the mean absolute errors, the end to be chosen only one, which is the ideal situation for the company, on the other words, is in accordance with the provision of data transferred to the staff. Still it was necessary to calculate an average inventory of security that will decide whether the chosen model is actually the most appropriate. And finally calculating demand forecast for the next period.

Keywords: PCP, Forecast, Models, Demand.

Aplicação de um modelo de previsão de demanda em uma empresa do ramo de locação de mesas de bilhar

RESUMO

O trabalho apresenta de forma clara e objetiva, cálculos de previsão de demanda para uma empresa de fabricação e locação de mesas de bilhar. Para tal, foram definidos alguns conceitos importantes da área, que serviram de base para o desenvolvimento da metodologia aplicada. Também foi necessário descrever um pouco sobre a situação histórica e atual da empresa, considerando suas particularidades, que são importantes para a escolha do modelo certo, e comentar a necessidade de ser aplicado um estudo deste âmbito na mesma. Feitos vários cálculos com diferentes modelos de previsão, com a análise detalhada de cada modelo para averiguação dos erros médios absolutos, para no final ser escolhido apenas um, o qual é o ideal para a situação da empresa, ou seja, está de acordo com a disposição dos dados repassados à equipe. Ainda foi necessário o cálculo de um estoque médio de segurança que definirá se o modelo escolhido é realmente o mais adequado. E por fim o cálculo de previsão de demanda para o período seguinte.

Keywords: PCP, Previsão, Modelos, Demanda

I INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um estudo em uma empresa que tem como foco a produção e locação de mesas de bilhar. O estudo realizado tem como base, conhecimentos relacionados à área de Planejamento e Controle da Produção (PCP), mais especificamente à previsão de demanda, a qual assume um papel

central no processo de planejamento da produção e controle dos estoques, oferecendo as informações necessárias aos gestores da empresa, para que estes possam então ter a possibilidade de tomar decisões financeiras, comerciais e operacionais otimizadas, alcançando assim melhores resultados financeiros.

A empresa, apesar de possuir em seus arquivos informações sobre suas vendas, locações e outros serviços

prestados, ainda não possui uma ferramenta que auxilie os gestores nas tomadas de decisão referentes ao atendimento das demandas de seus clientes, pois nunca foi realizado um estudo deste âmbito na mesma. Portanto, a análise aqui feita será de grande utilidade, uma vez que irá oferecer dados importantes aos gestores, que assim poderão compreender melhor sua demanda, e consequentemente controlar sua produção com mais eficiência, de modo a maximizar seu lucro, o que é seu principal objetivo, já que a empresa está a passar por dificuldades financeiras, decorrentes principalmente dessa falta de planejamento e busca uma solução para isso.

Com isso, acredita-se que a utilização das técnicas de previsão de demanda presentes no estudo em questão será de grande impacto para a organização, tendo em vista que, após serem testados vários modelos de previsão de demanda presentes na literatura, será feita a escolha daquele que mais se adequar às características da empresa, sendo esse o objetivo geral do artigo. Para que o objetivo geral (a determinação do modelo mais adequado) seja alcançado, faz-se necessário inicialmente obter dados que serão necessários para realizar as os testes e comparações entre os diversos modelos, o que é feito por meio da resolução de diferentes equações utilizadas em cada um desses modelos. Assim, são estabelecidos os objetivos específicos do trabalho: realizar o levantamento de dados de faturamento arrecadados em um período determinado de vinte e sete meses; construir a curva ABC, para identificar a cidade com demanda mais significativa; cálculo do MAD (*Mean Absolut Deviation*, ou desvio médio absoluto) e determinar o estoque de segurança.

II REFERENCIAL TEÓRICO

II.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma disciplina muito utilizada dentro da Engenharia de Produção, por se tratar de uma importante ferramenta, a qual ajuda na gestão dos processos de produção da empresa, por meio de planejamentos sistemáticos e bem definidos. Contudo, é preciso antes definir o que é produção. A função de produção consiste em todas as atividades que diretamente estão relacionadas com a produção de bens ou serviços. A função de Produção não compreende apenas as operações de fabricação e montagem de bens, mas também as atividades de armazenagem, movimentação, entretenimento, aluguel etc., quando estão voltadas para área de serviços [1].

Outro conceito fundamental é o de “planejamento”: O planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais os objetivos a serem atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível. O planejamento está voltado para a continuidade da empresa e focaliza o futuro. A sua importância reside nisto: sem o planejamento a empresa fica perdida no caso. Assim, partindo da fixação dos objetivos a serem alcançados, o planejamento determina a priori o que se deve fazer, quando fazer, quem deve fazê-los e de que maneira. E ele é feito na base de um conjunto de planos [2].

Um terceiro conceito introdutório ao PCP é o de “controle”, que é definido como: A função controle da produção cuida de dirigir e/ou regular o fluxo metódico dos materiais por todo o ciclo de fabricação, desde a requisição de matérias-primas, até a entrega do produto terminado, mediante a transmissão

sistemática de instruções aos subordinados, segundo o plano que se utiliza nas instalações do modo mais econômico [3].

A união desses conceitos resulta no PCP, ou seja, este último conceito engloba os outros três anteriormente citados e é mais precisamente definido como:

Em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios [1].

É também definido como “o sistema de PCP se ocupa do planejamento e controle de todos os aspectos da produção, inclusive do gerenciamento de materiais, da programação de máquinas e pessoas e da coordenação de fornecedores e clientes-chaves” [4].

II.2 CURVA ABC

A curva ABC também chamada de curva de Pareto é um método de diferenciação que visa classificar os produtos segundo seu grau de importância em relação a um fator, consistindo na separação dos itens em classes de acordo com sua importância quantitativa [1].

Seguindo a linha de pensamento o objetivo ao ser feito a curva ABC é dar subsídios aos gestores para que estes definam os produtos de maior grau de importância para empresa, considerando que estes refletem diretamente nos planos da empresa seja para gestão de estoque como para de demanda [3].

II.3. PREVISÃO DE DEMANDA

Um dos ramos mais significativos do PCP é a previsão de demanda, a qual será muito utilizada no decorrer deste trabalho, por isso é importante apresentar alguns conceitos introdutórios sobre a mesma. Primeiramente, é necessário compreender o conceito de demanda, o qual está exposto a seguir:

Entende-se por demanda a disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização. Essa demanda é influenciada por uma série de fatores que se estendem desde as condições macroeconômicas operacionais, como a disponibilidade do produto e preço no ponto de venda [3].

O conceito de previsão definido como “processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida” [5].

Os seguintes fatos são apresentados, os quais ajudam a compreender melhor o escopo da previsão de demanda:

A previsão de demanda é fundamental para qualquer planejamento. A curto prazo, a previsão é necessária para prever as exigências de materiais, de produtos, de serviços ou de outros recursos para responder às alterações de demandas. As previsões permitem ajustar a escala dos funcionários e a variação do trabalho e dos materiais. A longo prazo, a previsão de demanda é necessária como uma base para mudanças estratégicas, tais como desenvolvimento de novos mercados, desenvolvimento de novos produtos e serviços e ampliação e criação de novas habilidades [6].

As previsões de demanda sempre incluem uma margem de erro, a qual pode ser reduzida quanto maior for o histórico de

demanda da empresa, o que por consequência fará com que os dados tenham maior grau de confiabilidade, além disso, a previsão de demanda se torna precisa a curto prazo, isto é, a demanda prevista para um próximo mês é mais confiável que a prevista para um próximo ano [3].

Moreira ainda define a classificação dos modelos de demanda, qualitativo e quantitativo. O modelo qualitativo "repousam basicamente no julgamento de pessoas que, de forma direta ou indireta, tenham condições de opinar sobre a demanda futura, tais como gerentes, vendedores, clientes e fornecedores" [7].

O mesmo autor ainda define modelo quantitativo como sendo aqueles que "utilizam modelos matemáticos para se chegar aos valores previstos. Permitem controle do erro, mas exigem informações quantitativas preliminares."

Ainda é possível fazer previsões de demanda utilizando modelos de correlação, definidos por este como "modelo que relaciona a demanda de um produto com a demanda passada deste produto, buscam prever a demanda de determinado produto com base na previsão de outra variável que esteja relacionada com o produto" [1].

II.3.1 MÉDIA MÓVEL SIMPLES

Moreira discorre sobre média móvel simples: Como regra geral, a média móvel simples pode ser um método eficiente quando a demanda é estacionária, ou seja, quando ela varia em torno de um valor médio. Para demandas crescentes ou decrescentes ao longo do tempo, a tendência é que a previsão fornecida pela média móvel simples esteja sempre em atraso em relação aos valores reais. Assim se a demanda é crescente, as previsões darão valores cada vez menores em relação aos valores reais [7].

II.3.2 MÉDIA MÓVEL PONDERADA

Este método de previsão de demanda é na verdade "uma variação do modelo de média móvel permite que se dê, ao calcular a média, um peso maior para os valores de vendas mais recentes; é o modelo de média móvel ponderada. Esse modelo assume que as observações mais recentes são mais confiáveis como projeção das vendas futuras [8].

II.3.3. MÉDIA EXPONENCIAL

Na média exponencial móvel, o peso de cada observação decresce no tempo em progressão geométrica, ou de forma exponencial. Em sua forma de apresentação mais simples, cada nova previsão é obtida com base na revisão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação [1].

III ESTUDO DE CASO

III.1. A EMPRESA

A empresa atua no mercado de locação de mesas de bilhar a mais de trinta anos, dentro do estado Pará e ainda possui uma filial em Manaus. Está localizado no município de Belém no bairro do Marco, o espaço é da própria empresa e nunca houve

mudança na localização desta. Devido a este extenso período de atividade no mercado, era de se imaginar que a empresa estivesse plenamente consolidada no que se refere à locação de mesas de bilhar, contudo o cenário atual difere do esperado. Apesar de ter conseguido o domínio do mercado durante vários anos (em torno de vinte anos), na última década iniciou-se um processo de perda gradativa de mercado para os concorrentes, e hoje a empresa passa por dificuldades. Para isto a gerência pretende ter o conhecimento exato de sua demanda, para que esta possa elaborar melhor seus planos de produção de maneira a galgar melhor produtividade e competitividade no mercado.

III.1.1. A LOCAÇÃO DE MESAS DE BILHAR

O mercado de alugueis de mesa é bastante desfavorável para as fábricas/locadoras de bilhar. O contrato é dado da seguinte forma, cada mesa possui um relógio instalado, este é responsável por contabilizar quantas fichas são inseridas na mesa durante determinado período, o valor que a empresa recebe por cada ficha é estipulado em R\$ 0,25 (vinte e cinco centavos), independentemente do valor pelo qual o contratante vende cada ficha, a empresa também fica responsável por toda a manutenção que a mesa venha a precisar, inclusive reposição de tacos e bolas, isto é, o contratante não tem custo algum com a mesa em seu estabelecimento.

III.2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi necessário um levantamento de dados referentes à demanda histórica da empresa durante um período de vinte e sete meses, já que só nos foi possível obter essa quantidade de dados, tendo em vista que a empresa só passou a armazenar os dados a partir deste período (vinte e sete meses antes da coleta de dados feita pela equipe), quando ocorreu uma mudança de gerência. Esses dados foram levantados em forma de faturamento arrecadado mensalmente pela empresa e depois convertidos para quantidade de fichas contabilizadas no mesmo período.

Essa conversão foi feita dividindo-se o valor arrecadado por 0,25, pois a empresa arrecada o capital através do aluguel das fichas, sendo que é estipulado o valor de R\$0,25 por ficha como sendo a parte do lucro repassada à empresa. Após essa conversão, pudemos determinar o valor final do número de fichas contabilizadas em cada mês.

Foram coletados os dados de faturamento da empresa ao longo dos vinte e sete períodos em quatro cidades paraenses – Belém, Paragominas, Capitão Poço e Tomé Açu, após averiguação através da curva ABC (Figura 1) foi definido a cidade de maior arrecadação para a empresa.

Após a coleta de dados foram utilizados vários modelos de previsão de demanda, para que obtivéssemos o modelo ideal, para o caso em questão, os modelos utilizados são: média móvel simples, média móvel ponderada, média exponencial, e ainda foi verificada a se havia existência de tendência e sazonalidade nos dados repassados pela gerência.

III.2.1 MÉDIA MÓVEL SIMPLES

Para o cálculo da média móvel simples também chamada de média aritmética é utilizada a Equação 1:

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

Mm_n = média móvel de n períodos;
 D_i = demanda ocorrida no período i;
 n = número de períodos
 i: índice do período (i=1, 2,3...)

O cálculo é feito considerando-se períodos (n) que variam de 2 a 10 (mm2 a mm10), isto significa que usando mm2 os períodos a serem considerados serão os dois anteriores, caso seja mm3 serão considerados os três anteriores até que se atinja o número máximo de 10, a partir desse número o restante é calculado usando-se mm10, observe a fórmula utilizada para o cálculo em questão.

III.2.2 MÉDIA MÓVEL PONDERADA

Já para o cálculo da média móvel ponderada é usada a Equação 2:

$$Mm_p = 0,5P_3 + 0,3P_2 + 0,2P_1 \quad (2)$$

Mm_p = Média Móvel Ponderada
 P_1 = Período 1 (Antepenúltimo)
 P_2 = Período 2 (Penúltimo)
 P_3 = Período 3 (Último)
 0,5; 0,3; 0,2 são coeficientes de ponderação que somados resultam 1.

A média móvel ponderada é uma variante do modelo de média móvel simples, contudo é adicionado um peso maior para os valores de demanda reais mais recentes, assumindo desta maneira observações mais recentes e confiáveis como projeções futuras.

III.2.3 MÉDIA MÓVEL EXPONENCIAL

Enquanto que para o cálculo da média exponencial, foi utilizada a Equação 3 abaixo apresentada:

$$M_t = M_{t-1} + a(D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (3)$$

M_t = Previsão para o período t;
 M_{t-1} = Previsão para o período t-1;
 a = coeficiente de ponderação;
 D_{t-1} = Demanda do período t-1.

No modelo de média exponencial, o peso de cada dado irá decrescer em relação ao tempo, em uma progressão

Neste modelo, o peso de cada dado irá decrescer como tempo em progressão geométrica, ou de forma exponencial [1], a seguinte fórmula foi utilizada durante a produção do artigo.

É necessário frisar que as previsões de demanda aqui apresentadas, são de conteúdo quantitativo, pois a previsão de demanda baseada em um modelo qualitativo é constituída por técnicas baseadas em opiniões e consenso, sendo necessária certa experiência dentro da área, enquanto que modelos quantitativos são baseados em técnicas estatísticas para obtenção das previsões [3].

III.2.4 ERRO ABSOLUTO E MAD

Após o cálculo da demanda utilizando as médias móveis, é necessário que se faça outros cálculos para a escolha do melhor modelo, o mais adequado para a previsão da demanda dos meses seguintes. Para tal é utilizado os cálculos de erro absoluto e MAD que determinará o valor absoluto da diferença entre as demandas reais e as previstas no modelo, como está apresentado na Equação 4:

$$Erro = |D_{real} - D_{prev}| \quad (4)$$

$Erro$ = Erro absoluto
 D_{real} = Demanda real
 D_{prev} = Demanda prevista

É necessário achar os erros absolutos em todos os períodos nos quais ocorreu a previsão de demanda. Depois de serem determinados todos os erros absolutos, podemos calcular o MAD (*Mean Absolute Deviation*), fazendo uma média dos erros absolutos encontrados, segundo a Equação 5:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n Erro_i}{n} \quad (5)$$

MAD = Erro absoluto médio
 $Erro_i$ = Erro absoluto
 n = número de períodos

O valor do MAD é de importância crucial para a metodologia aplicada, já que o modelo que possuir o menor valor de MAD será escolhido como o modelo ideal para o caso em questão.

III.2.5. ESTOQUE DE SEGURANÇA

A partir do pressuposto de que se tem o menor MAD em mãos, calcula-se o estoque de segurança, que representa o valor mínimo que a empresa necessita para atender a demanda prevista antes calculada, sendo que este estoque não pode ultrapassar 30% da média das demandas reais. De acordo com a Equação 6:

$$Est. Seguran\c{c}a = Z * MAD \quad (6)$$

Onde:

Z = nível de confiabilidade (tabelado em 90%, ou seja, 1,28).

MAD = Menor MAD encontrado

E para a percentagem de estoque em relação à média das demandas:

$$\%Est. Seguran\c{c}a = \frac{Est. Seguran\c{c}a}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}\right)} \quad (7)$$

Onde:

D_i = Demanda real
 n = Número de períodos

IV RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1 CURVA ABC

A curva foi construída com base nos dados repassados à equipe pela gerência da fábrica de bilhar, a respeito da arrecadação da empresa no período de vinte e sete meses em quatro cidades: Belém, Paragominas, Tomé Açu e Capitão Poço. Segundo análise obtida através dos gráficos, verificou-se que Belém possui uma arrecadação de R\$ 157.385,5 em um total R\$ 435.567,85. Isto representa 36% na arrecadação total da empresa, apresentado na Figura 1.

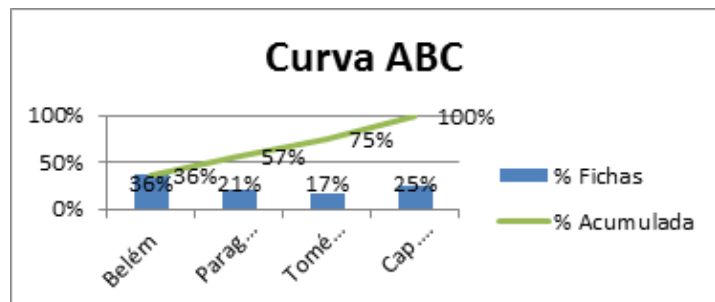


Figura 1: Curva ABC. Fonte: Autores, (2018).

IV.2 PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão de demanda trata-se de um processo que busca informações sobre o valor de vendas futuras de determinado produto ou conjunto destes. Para tal a previsão da demanda se possível deve fornecer também informações sobre a localização [7].

Tendo em vista tal conceito, foram buscadas informações a respeito da arrecadação da empresa em vinte e sete períodos nas quatro cidades citadas anteriormente.

Com os dados colhidos podemos, através de uma planilha eletrônica, organizar os dados e plotar a Figura 2. Dessa forma podemos verificar que a distribuição dos pontos no gráfico mostra claramente uma inclinação para o modelo de média móvel.



Figura 2: Quantidade de fichas por período. Fonte: Autores, (2018).

IV.3 MÉDIA MÓVEL SIMPLES

Obedecendo ao método de cálculo da média móvel simples, variando de MM1 a MM10, chegamos ao valor de 2.146 como o menor MAD do modelo (correspondente ao período MM3), porém outros modelos apresentaram menores valores de MAD, concluímos então que este modelo não é o ideal.

4.4. MÉDIA MÓVEL PONDERADA

Os resultados podem ser vistos na Tabela 1, o MAD calculado para este modelo foi de 2.089, resultando no modelo mais adequado para previsão de demanda, tendo em vista que apresentou o menor MAD, dentre todos os modelos testados.

Tabela 1: Resultados do cálculo da média móvel ponderada

Período (mês)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Demanda	16952	23995	22600	22038	24940	18614	22889	22704	19429	24273	21770	24052	26572	28308
Média Ponderada				21889	22598	23301	21017	21947	21972	21124	22206	22053	23412	25856
Ero				149	1742	4687	1972	757	2543	3150	736	1999	5160	2452

Período (mês)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	MAD
Demanda	26561	29263	28295	24053	23594	24381	22129	23278	19568	20535	18857	24732	23480	
Média Ponderada	27536	27487	28261	28239	26868	24672	24179	23158	23194	21193	20794	19503	22130	2089
Ero	975	1776	34	4186	2774	91	2050	120	3626	638	1997	5229	1330	

Fonte: Autores, (2018).

Após a determinação do MAD, é possível aplicar o 4 MAD, que é um limite utilizado para estipular um valor máximo de erros que podem existir no modelo. Multiplicando o MAD, utilizado (2.089), por quatro, obtivemos o valor de 8.356 como limite de controle. Podemos observar na Figura 3 que os erros do modelo ficaram bem distantes desse valor, logo ele é considerado viável.

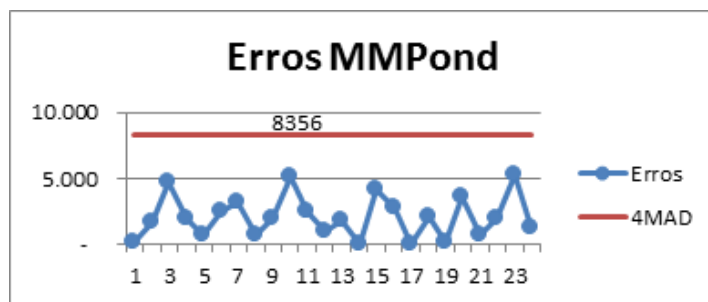


Figura 3: Erros absolutos e limite de controle (4MAD). Fonte: Autores, (2018).

IV.5 MÉDIA EXPONENCIAL

Seguindo tal modelo, o menor MAD obtido foi de 2.297, muito acima do modelo de média ponderada apresentada anteriormente, logo este modelo também foi descartado por não atender às condições pré-estabelecidas.

IV.6 ESTOQUE DE SEGURANÇA

Obtivemos o valor, seguindo os devidos procedimentos, de 2.674 fichas, o que representa aproximadamente 11% em relação à média das demandas.

V CONCLUSÃO

Após a aplicação dos modelos de previsão de demanda e análise dos dados obtidos, constatou-se que o modelo mais adequado ao caso da empresa é o de Média Móvel Ponderada, por apresentar o menor MAD dentre todos os modelos testados. A partir disso, pudemos determinar a previsão de demanda da quantidade de fichas para vigésimo oitavo mês, que foi de 22.921. O que representa um faturamento de R\$ 5.730,25.

Também foi verificado que o valor do estoque de segurança confirma a validade do modelo utilizado, pois é inferior a 30% em relação à média das demandas reais, uma vez que

chegamos ao resultado de 11%, mostrando que o modelo está dentre os conformes.

Repassando estes dados à gerência, se torna mais fácil para a mesma elaborar planos de produção baseados nessa demanda prevista e o controle dos processos produtivos passa a ser mais eficaz. Além disso, com os dados da previsão de demanda em mãos, também podem ser estabelecidas metas a serem atingidas pela empresa, de acordo com os dados que foram calculados e, de forma a tentar alcançar as metas ideais, atender melhor os clientes e tentar recuperar o espaço perdido ao longo dos anos no mercado, porém é necessário que o modelo seja monitorado em intervalos de três a seis meses.

VI REFERÊNCIAS

- [1] D. F. Tubino. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2ª edição, São Paulo. 2000. Editora Atlas.
- [2] I. Chiavenato. **Iniciação ao Planejamento e Controle de Produção**. São Paulo. 1990. McGraw-Hill.
- [3] L. Lustosa et al. **Planejamento e controle da produção**. 1ª edição, Rio de Janeiro. 2008. Editora Elsevier.
- [4] T. Vollmann et al. **Sistemas de Planejamento e Controle da Produção para o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5ª edição, Porto Alegre. 2006. Bookman Editora.
- [5] P. Martins, F. P. Laugeni. **Administração da Produção**. São Paulo. 2002. Editora Saraiva.
- [6] M. Davis et al. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª edição, Porto Alegre. 2001. Bookman Editora.
- [7] D. Moreira. **Administração da produção e operações**. 2ª edição, São Paulo. 2009. Editora CENGAGE Learning.
- [8] H. Corrêa, I. Gianesi, M. Caon. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4ª edição, São Paulo. 2001. Editora Atlas.