

Uso de conhecimento teórico e de especialista na previsão de demanda – um estudo de caso em uma empresa do segmento de refrigerantes

Andreza Silva Dias (UFSCar) andreza@dep.ufscar.br
Néocles Alves Pereira (UFSCar) neocles@power.ufscar.br

Resumo

Em um mercado altamente competitivo como o atual, a administração da produção deve garantir que bens e serviços sejam fornecidos aos clientes em tempo adequado, para que ofereçam uma vantagem competitiva. Uma atividade determinante para a disponibilidade de um produto ou serviço é a previsão de demanda, que observando os registros sobre vendas infere o comportamento dos consumidores no futuro. A demanda é influenciada por fatores qualitativos e quantitativos, que não são considerados simultaneamente pelos métodos de previsão de demanda tradicionais. Observando a tendência no uso de sistemas especialistas, desenvolveu-se uma pesquisa que construiu o protótipo de um sistema especialista para previsão de demanda que combine métodos qualitativos e quantitativos. O sistema indica os procedimentos de previsão de demanda mais adequados, cujos resultados são combinados e então, a previsão resultante é ajustada pelo julgamento de especialista. Para testar e analisar o desempenho do protótipo desenvolvido foi realizado um estudo de caso em uma indústria de refrigerantes. Os resultados obtidos nos testes realizados com dados coletados durante o estudo de caso confirmam que a utilização do julgamento como forma de ajuste de previsão de demanda obtida por meio de métodos quantitativos melhora a qualidade da previsão. Palavras chave: Previsão de Demanda, Ajuste de Previsão, Sistemas Especialistas.

1. Introdução

A globalização mudou os mercados, e as exigências do comércio em termos de velocidade e exatidão levaram muitas empresas a repensar seus processos, transformando velhas estruturas menos produtivas em estruturas ágeis e flexíveis, provocando avanços na gestão da produção. As atividades de Planejamento e Controle da Produção estão sendo agilizadas e racionalizadas e a função de previsão, responsável pelas estimativas sobre o futuro, deve ser tratada com mais atenção.

Segundo Winklhofer et al. (1996), a previsão de demanda é essencial para a tomada de decisão e sua crescente importância é refletida por um aumento do nível de investimento, na contratação de profissionais das áreas de pesquisa operacional e de estatística e na compra de *softwares*. Os mesmos autores afirmam que as possíveis causas para a importância da previsão da demanda para as organizações são a crescente complexidade das organizações e seus ambientes de atuação, tomada de decisões de forma mais sistemática, e, o desenvolvimento dos métodos de previsão e das ferramentas.

Vários métodos foram desenvolvidos para a estimativa da previsão da demanda, baseados em cálculos matemáticos e estatísticos, análises de fatores históricos e conhecimento dos tomadores de decisão. Segundo Nahmias (2001) estes métodos podem ser agrupados em duas categorias principais: Quantitativa – os métodos são baseados no julgamento humano; e, Qualitativa – os métodos se baseiam na análise de dados históricos para fazer a previsão.

Recentemente, os pesquisadores dirigiram sua atenção para métodos alternativos às técnicas clássicas de previsão de demanda, desenvolvendo sistemas baseado em inteligência artificial, como sistemas especialistas. “Um Sistema Especialista é um programa de computador que

emula o comportamento de um especialista humano em um domínio bem definido de conhecimento” (LIEBOWITZ, 1995). Assim, um sistema especialista para previsão de demanda permite aos gerentes usar seu conhecimento na estimativa das vendas da empresa (ARMSTRONG & YOKUM, 2001) de forma sistêmica e a sua combinação com métodos objetivos, aumenta a acurácia da previsão.

Esta pesquisa (DIAS, 2004) propõe que a previsão de demanda seja realizada combinando métodos objetivos e subjetivos, em um processo de duas etapas. Na primeira etapa, a partir da identificação de certas características dos dados históricos do produto, os métodos objetivos mais adequados são identificados. As previsões obtidas a partir destes métodos são então combinadas e, na segunda etapa, a previsão resultante é ajustada com o uso de conhecimento de especialista sobre as características específicas do produto e do mercado, que são critérios qualitativos. Cada etapa é, na verdade um sistema, que integrados com o software de planilha eletrônica, compõem o sistema híbrido maior.

2. Previsão de Demanda

Para Narasimhan et al. (1995) a Gestão da Demanda é a função da empresa que lida com as necessidades dos consumidores e a coordenação dos fornecedores, sendo assim, um dos elos de ligação entre o ambiente no qual a empresa está inserida e o planejamento da produção. Ao lidar com os consumidores, a gestão da demanda identifica padrões de comportamento e tendências de consumo e então, planeja ações que podem estimular ou desacelerar as vendas, de acordo com os objetivos da empresa. A partir das perspectivas de vendas, a gestão da demanda pode, baseada em alguma técnica de planejamento, estimar os inícios e términos dos processos produtivos e então coordenar as atividades de compra com os fornecedores de forma que as matérias-primas estejam disponíveis no momento mais oportuno.

De todas as habilidades da gestão de demanda, “o processo de previsão de demanda é possivelmente o mais importante” (CORRÊA et al., 2001, p.244), pois é base para o planejamento da produção e da programação das compras.

Previsão é o processo de se fazer inferências sobre o futuro, a partir de dados históricos (JOHNSON & MONTGOMERY, 1974) ou sobre as conseqüências de ações presentes. Uma outra forma de estimar um valor futuro é a predição de valores, ou seja, fazer uma estimativa subjetiva que envolve fatores qualitativos como mudanças na economia do país ou lançamento de produtos, dos quais não se tem muita informação como base.

A previsão de demanda projeta as necessidades futuras do mercado ou de consumidores específicos, definindo a demanda esperada considerando objetivos financeiros, medidas de desempenho e limitações e metas de outras funções.

Os métodos de previsão de demanda podem ser classificados em quantitativos e qualitativos. Os métodos qualitativos de previsão envolvem julgamento e estimativa subjetiva de um ou mais especialistas. Existem alguns procedimentos formais para se obter previsões desta maneira, mas a tarefa de previsão não é explícita, mas baseada na experiência. Os métodos quantitativos possuem uma lógica clara de definição da demanda através de operações matemáticas. Os procedimentos envolvem a análise de observações para determinar as variáveis que representam o comportamento da demanda e usam este conhecimento para prever a demanda no futuro.

Os métodos quantitativos podem, ainda, ser divididos em duas categorias séries temporais e métodos causais. Séries temporais são uma seqüência temporalmente ordenada de observações de uma variável (MONTGOMERY & JOHNSON, 1976). Os métodos de séries temporais analisam dados históricos para determinar a forma de seu comportamento, assumindo que os fatores e os eventos, que existiram no passado e moldaram a demanda, continuarão existindo. Os métodos causais exploram a relação entre diversos fatores,

procurando explicitar relações causais. Se outras variáveis têm correlação com a variável de interesse (demanda), então um modelo é construído para descrever essa relação. Uma revisão completa sobre os métodos de previsão de demanda pode ser encontrada em Dias (2004).

Outra forma de classificação dos métodos de previsão é quanto ao horizonte de planejamento. Previsões de longo prazo são componentes da estratégia da empresa e dizem respeito a decisões que são tomadas meses ou anos antes de serem colocadas em prática. Geralmente padrões de vendas e tendências de crescimento são analisados. O horizonte de planejamento de médio prazo é usado para determinar a quantidade de recursos e pessoal que a produção vai necessitar. No curto prazo, as previsões são cruciais para o dia-a-dia da empresa, uma vez que têm impacto direto em decisões de planos de produção, no *scheduling* de produção e no controle de estoque.

Os autores definem intervalos de tempo diferentes para classificar os horizontes de planejamento, mas em uma revisão da literatura (BUFFA & SARIN, 1987; KRAJEWSKI & RITZMAN, 1987; NAHMIA, 2001; NARASIMHAN et al., 1995; PLOSSL, 1985; SIPPER & BULFIN, 1987), constatou-se que, em média, o horizonte de planejamento de longo prazo engloba previsões para acima de dois anos, horizonte de médio prazo, previsões entre três meses e 2 anos e as previsões de curto prazo são de até três meses. Outra revisão da literatura (BUFFA & SARIN, 1987; KRAJEWSKI & RITZMAN, 1987; MONTGOMERY & JOHNSON, 1976; NAHMIA, 2001; NARASIMHAN et al., 1995; SIPPER & BULFIN, 1987; WINSTON, 1994) permitiu relacionar os métodos de previsão de demanda com os horizontes de planejamento, cujos resultados estão sumarizados na Tabela 1. Como a previsão de demanda da empresa onde se realizou o estudo de caso está relacionada com decisões de curto prazo, apenas os métodos desenvolvidos para este horizonte de planejamento foram utilizados.

Método	Horizonte de planejamento
Métodos bayesianos	Previsão de curto prazo
Média móvel	Previsão de curto prazo
Suavização exponencial	Previsão de curto prazo
Método de Holt	Previsão de curto prazo
Método de Winters	Previsão de curto prazo
Método de Regressão	Previsão de médio e curto prazo
Modelos de Box-Jenkins	Previsão de médio e curto prazo
Modelos econométricos	Previsão de médio prazo
Métodos de simulação	Previsão de longo prazo
<i>Focus Forecasting</i>	Previsão de médio prazo
Redes neurais	Previsão de curto e médio prazo.
Cenários	Previsões de longo prazo
Análise de Impacto Cruzado	Previsão de longo e médio prazo
Pesquisa de mercado	Previsões de longo prazo
<i>Delphi</i>	Previsões de longo prazo
Julgamento de Especialista	Previsões de curto, médio e longo prazo

Tabela 1 – Classificação dos métodos quanto ao horizonte de planejamento

Os métodos matemáticos usados na previsão de demanda têm obtido bons resultados, mas reagem lentamente frente a mudanças e muitas vezes necessitam da realização de cálculos complexos e custosos. Dado que os relacionamentos entre os fatores influentes na demanda são muitos complexos para serem modelados matematicamente e de forma realística a instabilidade do ambiente estimula comportamento atípico da demanda, o uso de conhecimento de especialista é uma alternativa para a previsão da demanda. Segundo Webby

& O’connor (1996), o uso de conhecimento de especialista é mais exato do que métodos estatísticos em séries com tendência.

Os Modelos de Box-Jenkins são complexos e necessitam de um grande número de dados históricos, tanto que Montgomery & Johnson (1976) afirmam que são necessários pelo menos 50 observações históricas para o modelo possa ser construído. Assim este método não foi considerado entre aqueles que serão indicados pelo primeiro sistema especialista. Os Métodos Bayesianos também não serão implementados nesta pesquisa, por serem indicados para a previsão de produtos em lançamento, com pouca ou nenhuma informação disponível e devem ser usados por um curto período de tempo. Montgomery & Johnson (1976) afirmam que ao existirem informações históricas suficientes para se optar por outro método, a previsão feita com base nos métodos Bayesianos deve ser descartada. Métodos baseados em redes neurais também não foram implementados nesta pesquisa por também serem complexos e custosos. Como julgamento de especialista será efetuado pelo segundo sistema esta alternativa não está entre as indicações do primeiro sistema.

3. Combinação de Conhecimento de Especialista e Métodos Tradicionais de Previsão de Demanda

A pesquisa de mestrado desenvolvida pelos autores (DIAS, 2004) propõe uma adaptação do método de ajuste proposto por Webby & O’connor (1996). No método desenvolvido pela pesquisa o julgamento é utilizado em dois momentos na elaboração da previsão: (a) a partir dos dados históricos os métodos quantitativos mais adequados são indicados, para que suas previsões sejam combinadas e, (b) a previsão resultante é ajustada, com base em um conhecimento dos fatores qualitativos que podem alterar a demanda. Este método proposto está representado na Figura 1.

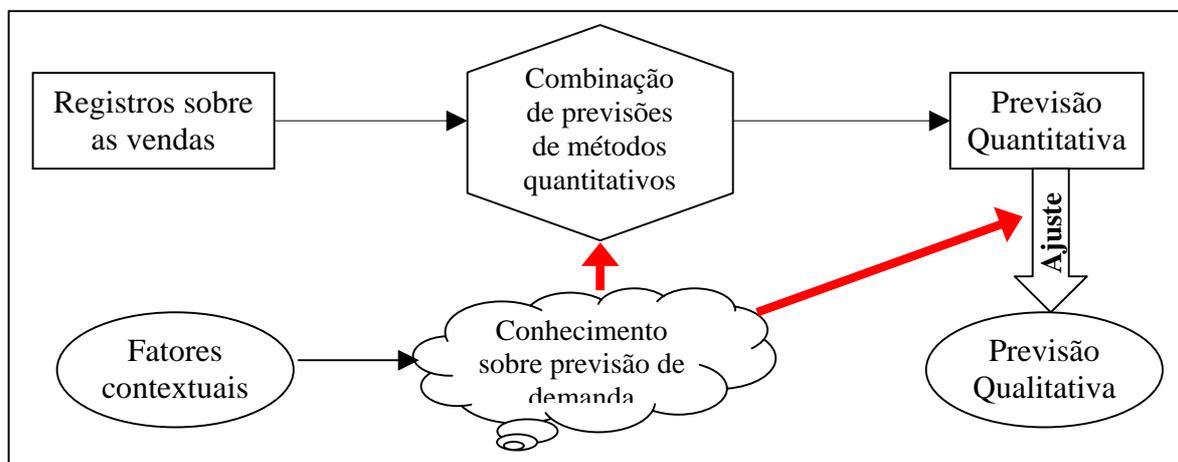


Figura 1 – Método proposto de previsão de demanda.

Os passos implementados pelo método proposto pela pesquisa foram:

- 1) Os registros das vendas do produto são “plotados” em gráficos.
- 2) A partir da análise destes gráficos um primeiro sistema especialista identifica quais os métodos quantitativos são mais adequados ao comportamento apresentado pelos dados.
- 3) As previsões geradas pelos métodos quantitativos são combinadas resultando em uma previsão quantitativa.

- 4) Esta previsão quantitativa é, então, ajustada como uso de um segundo sistema especialista que armazena conhecimento sobre os fatores qualitativos que podem alterar a demanda.

Identificou-se, portanto, que a melhor forma de implementar este método é pelo desenvolvimento de dois sistemas especialistas. O primeiro, SEIMP (Sistema Especialista para Identificação dos Métodos de Previsão de Demanda), que a partir de registros dos dados históricos, identifica quais os métodos de previsão de demanda são mais indicados para o produto em questão. Durante a revisão bibliográfica sobre previsão de demanda, identificou-se que a curva formada pelos dados históricos das vendas, quando “plotados” em um gráfico, podem apresentar uma tendência (por exemplo, de linearidade), por meio da qual é possível identificar características do produto e qual o comportamento da demanda e, então, verificar qual método de previsão de demanda realiza uma previsão mais acurada. O estágio do ciclo de vida no qual o produto está inserido também revela informações sobre o comportamento da demanda. Este primeiro sistema especialista desenvolvido é “genérico” e pode ser aplicado para qualquer tipo de empresa.

Os métodos de previsão indicados podem ser implementados em planilha eletrônica. As previsões dos métodos indicados são combinadas pelo método proposto por Lackman & Brandon (1994): ao método que produz menores erros, é dado maior peso em uma combinação de dois métodos. Quando mais de dois métodos foram indicados pelo SEIMP, estes devem ser combinados dois a dois para produzir a previsão quantitativa final. A previsão resultante é então ajustada pelo segundo sistema especialista, SEAP (Sistema Especialista de Ajuste da Previsão), com base em informações como característica do produto e do mercado, relacionamento das vendas com datas e condições climáticas e outros eventos que afetam as vendas. Este segundo sistema especialista é específico à empresa para a qual está sendo desenvolvido o sistema de previsão de demanda, uma vez que em sua base de conhecimento estão armazenadas informações específicas do ajuste da previsão dos produtos da empresa.

Os dois sistemas especialistas foram desenvolvidos no *Expert Sinta*, um *shell* com distribuição gratuita, desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará. Mais detalhes do *shell* estão apresentados em Dias (2004). Optou-se por este *shell* para o desenvolvimento da pesquisa por três motivos: a) não houve necessidade de aquisição de licença: este software possui licença de software livre e tem distribuição gratuita; b) facilidade no uso: este *shell* é *user-friendly* e devido à facilidade de uso permite que o sistema seja desenvolvido e testado rapidamente; e, c) interface do sistema desenvolvido: este *software* permite a construção de sistemas especialistas que tenha uma interface amigável e ainda permite inserção de arquivos de ajuda. Apesar das vantagens, este software não permite a realização de cálculos matemáticos complexos, portanto o primeiro sistema especialista indica os métodos, mas não calcula a previsão. Estes cálculos, no entanto podem ser facilmente realizados em algum sistema de planilha eletrônica. Nesta pesquisa utilizou-se o Microsoft Excel. Mais detalhes sobre a implementação dos dois sistemas especialistas podem ser encontrados em Dias (2004).

4. Estudo de Caso

O estudo de caso foi conduzido em uma franquia de uma empresa do segmento de refrigerantes. Todas as informações foram obtidas em entrevistas com as profissionais responsáveis pela previsão de demanda e pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção). A empresa estudada produz refrigerantes, sucos, energético e engarrafa água purificada adicionada de sais. Foram coletados dados sobre as vendas em 22 meses, de quatro produtos, com diferentes embalagens.

Os testes foram realizados em separado para cada um dos produtos. Pelo fato das vendas estarem relacionadas com a disponibilidade dos produtos, a demanda real pode ser maior do que as vendas registradas, porém para a realização dos testes, considerou-se que a demanda é igual às vendas. Assim, quando é registrada alguma parada em alguma linha de produção, assume-se que as vendas caem e a previsão deve ser reduzida proporcionalmente ao número de dias que durou a parada. Foi selecionado um tipo de refrigerante, mas em quatro embalagens diferentes: lata, *pet* 600ml, *pet* 200ml e retornável de 290ml. Escolheu-se esses produtos por apresentarem características distintas, tanto em relação à fabricação, quanto ao mercado e influências do ambiente. Para cada produto foram coletados 22 registros de vendas do período entre janeiro de 2002 e outubro de 2003. Destes dados, os 12 registros relativos ao ano de 2002 são utilizados como observações históricas da demanda e utilizados para gerar as previsões quantitativas e os 10 dados sobre 2003 são utilizados para avaliação das previsões geradas pelo sistema desenvolvido. Além disso, foram coletadas informações sobre a previsão calculada pela a empresa para melhor avaliação do método proposto.

O ajuste realizado pelo SEIMP levou em consideração fatores como:

- ✓ Proximidade ao Carnaval aumenta vendas de latas;
- ✓ Proximidade às Festas de Fim de Ano aumenta as vendas de *pet* 2000ml;
- ✓ Quando há promoção de preço para refrigerante em lata, há queda nas vendas dos demais produtos;
- ✓ Após uma promoção de preços, o mercado fica abastecido e as vendas caem por um curto período.

Os fatores que alteram a previsão são informações coletadas com a especialista, que compões a base de conhecimento do SEAP. Dias (2004) detalha a construção da base de conhecimento, bem como os fatores que influenciam a demanda para os produtos estudados. As previsões obtidas com o sistema híbrido desenvolvido para dois produtos, as previsões que a empresa gerou e as vendas reais estão sumarizados na Figura 2.

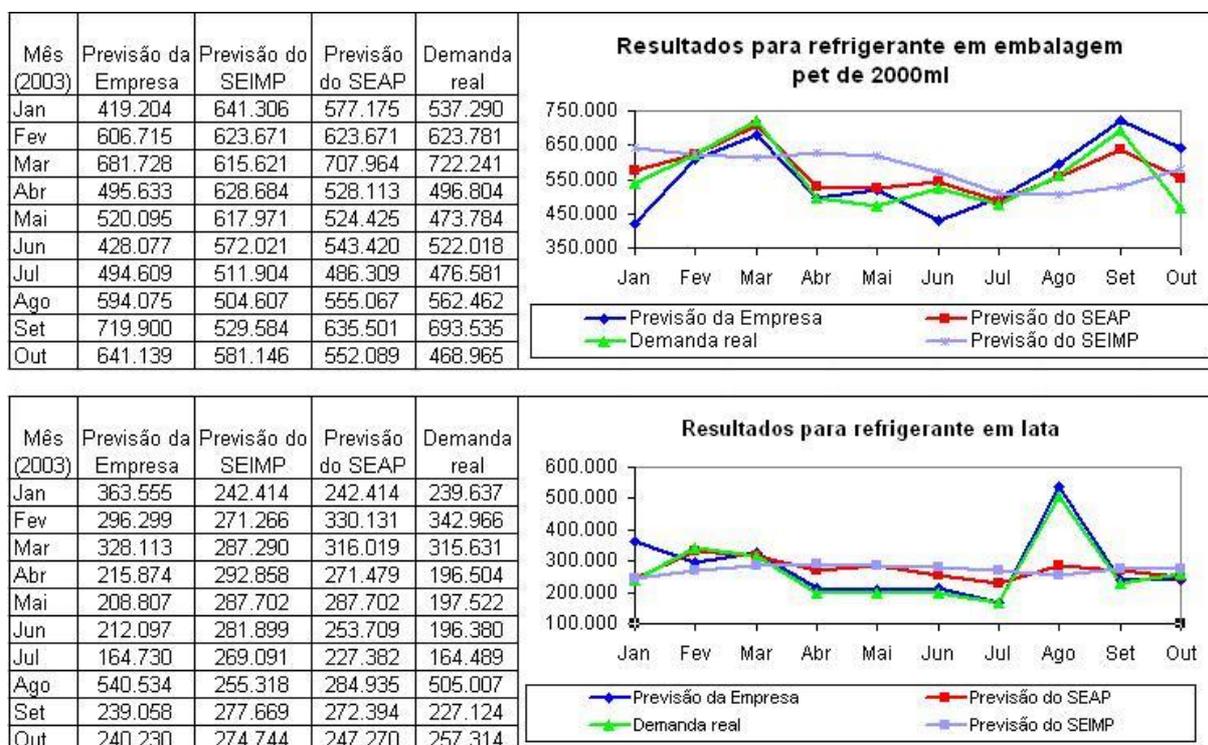


Figura 2 – Gráficos sobre os resultados obtidos pelos testes.

Para refrigerante em lata, pode ser observado que em relação à previsão obtida pela combinação de métodos quantitativos, a previsão ajustada só obteve pior desempenho em 1 mês e empatou em outros dois, resultando em valores melhores para 7 meses, se mostrando dessa forma, mais eficiente para a previsão deste produto. Porém, em relação à previsão gerada pela empresa, a previsão ajustada obteve melhores resultados em 4 meses, acredita-se que este desempenho deve a dois motivos: a) a especialista da empresa dispunha de pouco tempo livre, o que limitou a aquisição de conhecimento e não permitiu que se abrangesse todo o seu conhecimento causal e b) a empresa disponibilizou poucas informações relativas à previsão de demanda e comportamento dos produtos e mercados.

Para refrigerante em *pet* 2000ml pode ser concluído que o desempenho do método de ajuste foi muito bom para este produto, pois conseguiu superar as previsões quantitativas e 9 meses e empatou em um, e gerou previsões melhores que as da empresa em 6 meses, apesar de contar com menos informações do que a especialista para realizar a previsão. Os testes realizados para todos os produtos estão detalhados em Dias (2004).

5. Conclusões

Considerando que a previsão de demanda tem impacto direto sobre o planejamento e controle da produção, a alocação de recursos humanos, o controle de estoque, e o marketing e que estas são funções vitais para a empresa, previsões que sejam muito incorretas têm conseqüências desastrosas. As principais delas são: falta de produtos e conseqüente perda de vendas e insatisfação dos consumidores e, em um outro extremo, excesso de mercadorias não vendidas que se deterioram nos estoques.

Corrêa et al. (2001) afirma que, entre outros fatores, para se realizar uma boa previsão é necessário:

- ✓ Saber analisar os dados históricos, detectando certos comportamentos dos consumidores e eliminando anormalidades que poderiam induzir a erros;
- ✓ Conhecer os produtos, identificando como suas características, usos e estágio no ciclo de vida afetam a demanda, e
- ✓ Considerar fatos, documentando eventos e seus impactos na demanda, sua *repetição* pode facilitar o processo de previsão de demanda.

Para levar em consideração estes fatores esta pesquisa propõe um método de previsão de demanda que combina métodos qualitativos e quantitativos, pelo uso de Sistemas Especialistas juntamente com um sistema de planilha eletrônica. O primeiro sistema especialista – SEIMP – contém em sua base conhecimento causal e identifica, a partir de um conjunto de dados históricos, quais os métodos qualitativos de curto prazo são mais adequados. Com o uso de planilhas eletrônicas é possível realizar os cálculos de cada método. As previsões geradas por estes métodos são combinadas de forma ponderada pelo método proposto por Lackman & Brandon (1994). Esta previsão qualitativa é então ajustada pelo segundo sistema especialista – SEAP – que armazena em sua base o conhecimento de uma especialista em previsão de demanda.

A partir dos resultados dos testes são analisadas hipóteses motivadas desta pesquisa:

- ✓ H1: A utilização do julgamento como forma de ajuste de previsão de demanda obtida por meio de métodos quantitativos melhora a qualidade da previsão.
- Os resultados dos testes realizados permitem concluir que o método de ajuste gera previsões melhores do que a combinação dos métodos quantitativos, permitindo que a hipótese H1 seja confirmada. Pode ser observado pela comparação entre as previsões geradas pelos métodos quantitativos e a previsão ajustada que, em 40 observações, esta só obteve resultados piores em 3 observações.

✓ H2: Os métodos tradicionais da Pesquisa Operacional para Previsão de Demanda não atendem a todas as expectativas dos tomadores de decisão em um ambiente industrial.

➤ Na indústria na qual se realizou o estudo de caso, a previsão que é gerada pelos modelos de Box-Jenkins é ajustada por uma especialista, confirmando a hipótese H2. Além disso, com base nos testes realizados pode-se concluir que, uma formalização na combinação de métodos quantitativos com julgamento de especialista permite uma melhora ainda maior das previsões.

✓ H3: O conhecimento utilizado no julgamento de uma previsão gerada por métodos quantitativos permite, por si só, a construção de uma Base de Conhecimento de um Sistema Especialista.

➤ Apesar do pouco acesso a informações da empresa e pouca disponibilidade da especialista, o conhecimento adquirido na pesquisa de campo, permitiu que se construísse o sistema especialista SEAP, que obteve desempenho satisfatório, confirmando a hipótese H3. Além disso, pode-se afirmar que se a aquisição de conhecimento puder ser continuada, possibilitando a elaboração de novas regras, o desempenho do SEAP tende a melhorar. Desta forma podemos concluir, com base nos resultados obtidos, que a metodologia apresentada é um bom método de previsão de demanda e é capaz de se ajustar a um ambiente sujeito a constantes mudanças, uma vez que conta com o auxílio de uma pessoa na tomada de decisão e contém conhecimento de um especialista em sua base.

Referências

- ARMSTRONG, J. S. & YOKUN, J. T. (2001) - Potential diffusion of expert systems in forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 67, p. 93-103.
- BUFFA, E. S. & SARIN, R. K. (1987) - Forecasting for operations. In: *Modern production/operations management*. New York: John Wiley & Sons, p. 53-98.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. & CAON, M. (1997) - *Planejamento, programação e controle da produção: MRP II – ERP, conceitos, uso e implantação*. São Paulo: Atlas.
- DIAS, A. S. (2004) - *Uso de conhecimento teórico e de especialista na previsão de demanda*. São Carlos. Apresentada a para obtenção do grau de Mestrado – Departamento de Engenharia de Produção, UFSCar.
- JOHNSON, L. A. & MONTGOMERY, D. C. (1974) - Forecasting systems. In: *Operations research in production planning, scheduling and inventory control*. New York, John Wiley & Sons Inc., p. 399-477.
- KRAJEWSKI, L. J. & RITZMAN, L. P. (1993) - *Operations Management*. USA: Addison-Wesley Publishing Company.
- LACKMAN, C. & BRANDON, C. (1994) - Forecasting using relative errors weights. *Managing Intelligence & Planning*, v. 12, n.1, p 37-41.
- LEIBOWITZ, J. (1995) - Expert Systems: A Short Introduction. *Engineering Fracture Mechanics*, v. 50, n. 5/6, p. 601-607.
- MONTGOMERY, D. C. & JOHNSON, L. A. (1976) - *Forecasting and time series analysis*. New York: McGraw Hill.
- NAHMIAS, S. (2001) - Forecasting. In: *Production and operations analysis*. New York: McGraw-Hill, p. 55-112.
- NARASIMHAN, S; MCLEAVEY, D. W.; BILLINGTON, P. (1995) - *Production Planning and Inventory Control*. New Jersey: Prentice Hall.
- POSSL, G. W. (1985) - *Production and Inventory Control: Principles & Techniques*. New Jersey: Prentice Hall.
- SIPPER, D. & BULFIN, R. L. Jr. (1998.) -Forecasting. In: *Production: planning, control and integration*. New York: McGraw Hill, p. 88-161.
- WEBBY, R & O'CONNOR, M. (1996) - Judgemental and stactistical time series forecasting:

a review of the literature. *International Journal of Forecasting*, v. 12, p. 91-118.

WINKLHOFER, H.; DIAMANTOPOULOS, A. & WITT, S. F. (1996) - Forecasting Practice: a review of the empirical literature and an agenda for future research. *International Journal of Forecasting*, 12, p. 193-221.

WINSTON, W. L. (1993) - *Operations Research: applications and algorithms*. Belmont: Duxbury Press.