

Dimensionamento de estoques em ambiente de demanda intermitente

Roberto Ramos de Moraes

Engenheiro mecânico pela FEI, mestre em Engenharia de Produção e doutorando em Engenharia Naval pela Escola Politécnica da USP, professor da Universidade Presbiteriana Mackenzie, consultor da Astrein.

Introdução

Manter estoques significa assumir alguns riscos: capital imobilizado, obsolescência, deterioração. Nos últimos vinte anos, a filosofia Just-in-time vem combatendo todos os desperdícios nas empresas, principalmente estes gerados pela existência de estoques. Mas em alguns casos não há como escapar deles.

Quando o tempo de espera¹ é muito longo e o cliente (seja interno ou externo) tem uma baixa tolerância a prazos, é necessário que haja um certo nível de estoque que atenda a esta demanda de imediato.

Aliado a este perfil, adiciona-se a questão da demanda ser intermitente, ou seja, ocorrer em intervalos aleatórios e em quantidades variáveis, dificultando a previsão de demanda para o período futuro, aumentando o risco de excesso ou falta de material estocado.

Este trabalho apresenta um modelo de previsão de demanda em um ambiente conforme o descrito acima e, para ilustrar, um estudo de caso de componentes mecânicos para bens de capital.

Os objetivos deste modelo são:

1. Ajuste dos níveis de estoque para minimizar o risco de falta de produtos;
2. Racionalização dos investimentos em estoques;
3. Evitar solicitação de itens que apresentem baixo giro.

Histórico

Este problema já vem sendo objeto de estudo há muito tempo. Com o avanço e facilidade de acesso da informática, pode-se criar modelos mais sofisticados que diminuem o erro de previsão.

¹ Tempo de espera: neste trabalho, tempo de espera é entendido como o período que cobre desde a solicitação do usuário (cliente interno) ou consumidor (cliente externo) até a efetiva entrega do produto.

Média móvel, média móvel ponderada, suavização exponencial, método de Croston são algumas das ferramentas utilizadas para estas previsões. Mas, cada situação apresenta características próprias que requerem adaptações dos modelos citados anteriormente.

Assim, apresenta-se um modelo desenvolvido especificamente para uma situação de demandas intermitentes e tempos de espera longos, ambos com alta variabilidade.

Modelo

O modelo apresentado é uma combinação de modelos clássicos, com coeficientes de correção embutidos.

Assim, o modelo é:

$$p = (1 - \alpha) \cdot \sum_{i=1}^n d_i \cdot (1 - \alpha)^{\left(\frac{i+1}{2}\right)} + e_m$$

$$e_m = \frac{\sum_{i=1}^n (d_i) - p'}{n}$$

Onde:

p: previsão de demanda para os próximos n períodos

α : coeficiente de ajuste empírico ($0 < \alpha < 0,3$)

i: período considerado (sendo $i=1$ para o período mais recente)

d_i : demanda no período i

e_m = erro médio cometido nos n períodos anteriores

p' = previsão de demanda dos n períodos anteriores

Foram desenvolvidos, também, modelos dinâmicos de estoque de segurança² e de ponto de pedido³, que não são objetos deste trabalho.

² Estoque de segurança: quantidade mínima de produto a ser mantida em estoque com o objetivo de cobrir as incertezas do processo. No caso apresentado, estas incertezas referem-se principalmente a picos de demanda e variações nos tempos de espera devido ao transporte e procedimentos de liberação alfandegária.

A solicitação de reposição de estoque é feita conforme a função abaixo:

$$R = p - I + ES$$

Onde:

R: quantidade de reposição

I: quantidade já solicitada para importação

ES: estoque de segurança

Estudo de caso

O trabalho foi desenvolvido para uma empresa fornecedora de componentes de alta precisão importados do Extremo Oriente, com tempo de espera variando entre 90 e 180 dias, conforme o item solicitado. Há 1448 itens de estoque cadastrados, sendo que através da análise de giro e de previsão de demanda foram reduzidos para 1222. Seus principais clientes dividem-se em dois grupos:

1. Fabricantes de bens de capital
2. Indústrias diversas

Para o primeiro grupo, o fornecimento depende da existência de projetos, portanto ligado a um planejamento, havendo, assim tolerância ao tempo de espera. Assim, nestes casos, os componentes são importados para atender ao pedido.

No segundo grupo enquadram-se empresas que consomem os componentes como itens de manutenção. Neste caso a tolerância ao tempo de espera é baixo, sendo necessária a existência de estoques para atendimentos pronta entrega. É para estes clientes que a ferramenta de previsão de demanda foi desenvolvida.

Apresentam-se três exemplos (itens A, B e C) de aplicação do modelo com análise de aderência. Foram consideradas as demandas de 3 meses anteriores ao momento de solicitação para se prever a demanda de 3 meses seguintes e que a previsão é feita a cada 90 dias.

³ Ponto de pedido: quantidade de produto em estoque que indica o momento de solicitar a reposição de estoque. Esta quantidade deve ser suficiente para alimentar o processo até o recebimento da nova remessa.

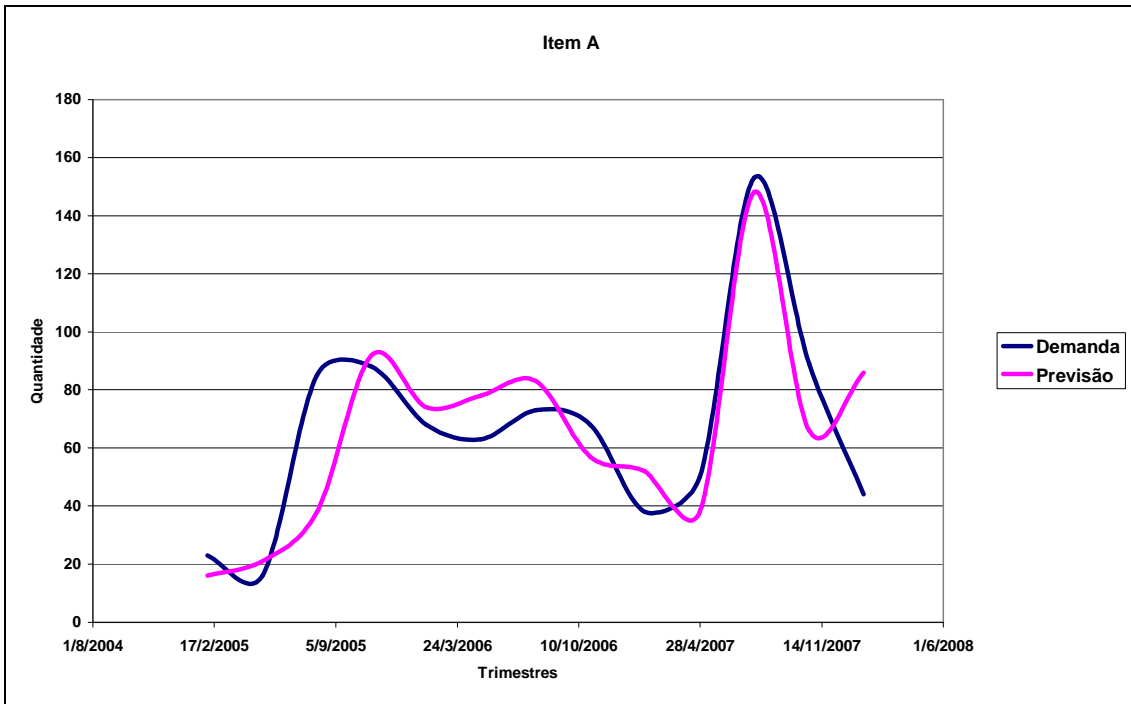


Figura 1: Previsões e demandas para o item A.

Conforme mostrado na figura 1, a demanda sofre grandes oscilações que são refletidas na previsão, mas de forma suavizada. Neste item o R^2 é igual a 0,82 e erro médio absoluto de 15,4 unidades.

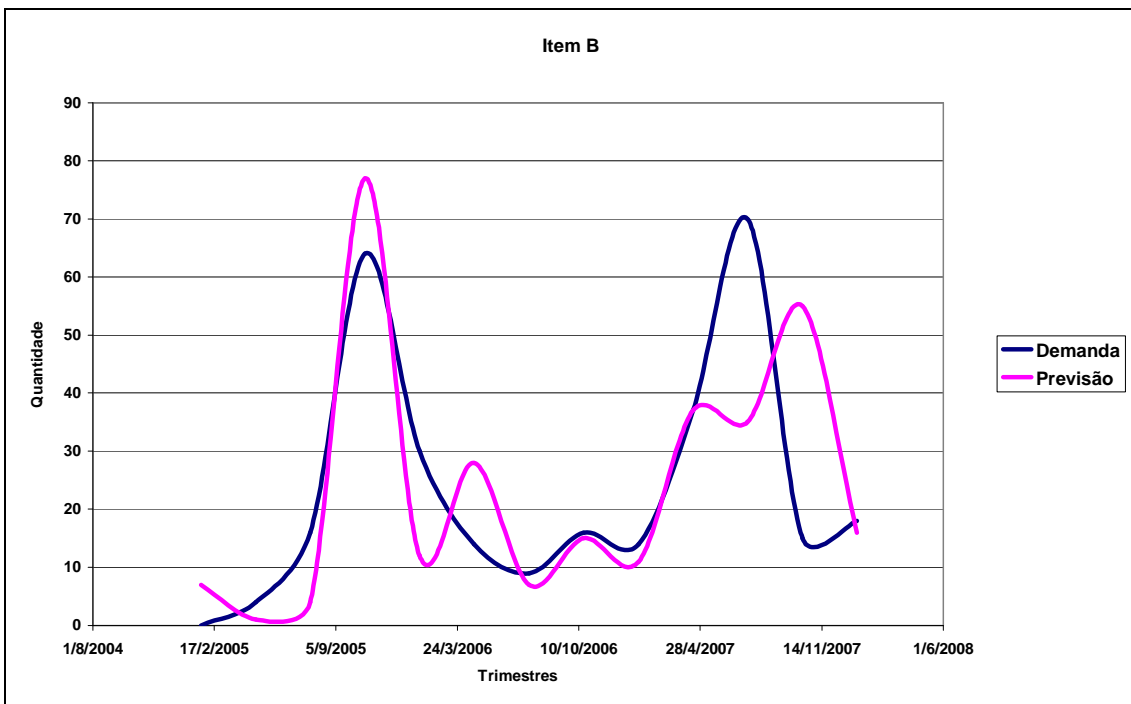


Figura 2: Previsões e demandas para o item B.

Para o item B (figura2) repete-se o comportamento descrito para o item A, com o R^2 igual a 0,68 e erro médio absoluto de 11,5 unidades.

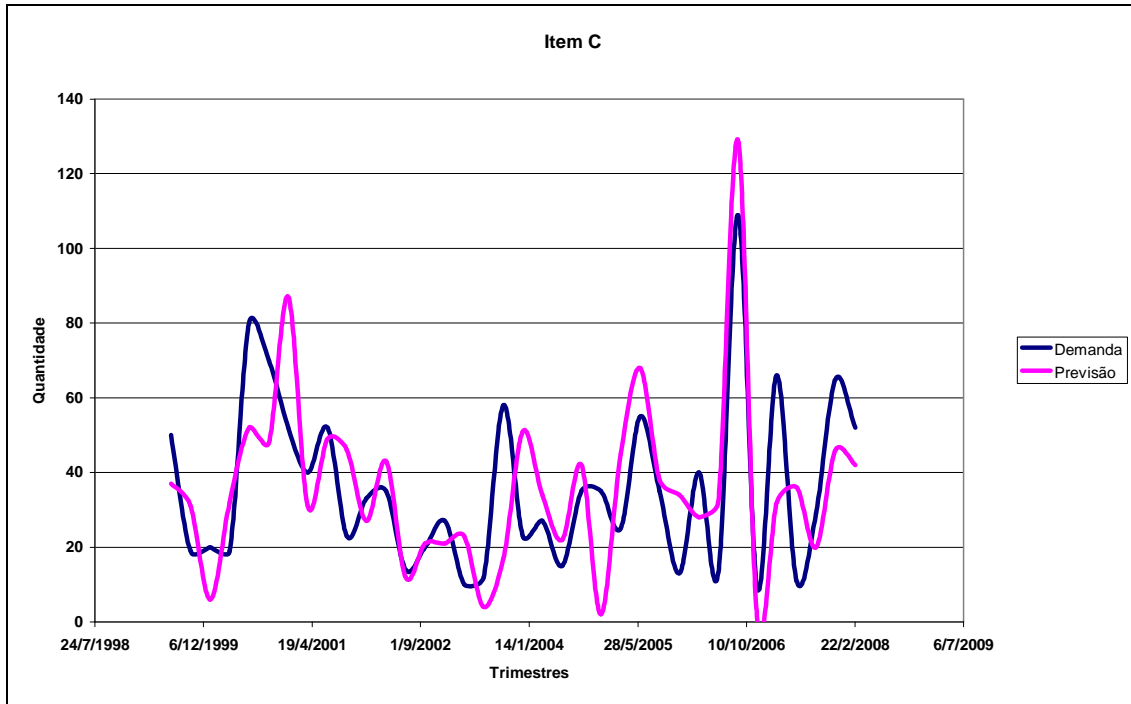


Figura 3: Previsões e demandas para o item C.

Para o item C (figura 3) as variações são mais fortes repete-se o comportamento descrito para o item A, com o R^2 igual a 0,68 e erro médio absoluto de 15,3 unidades.

Conforme colocado anteriormente, as variações de tempo de espera e demanda são amenizadas através do estoque de segurança.

Considerações finais

Este trabalho mostra o uso de uma ferramenta de previsão de demanda em um ambiente com alta variabilidade de demanda e grande tempo de espera. Especialmente devido ao tempo de espera, se faz necessário prever a demanda para um horizonte longo, o que compromete a precisão dos resultados.

Assim, apenas a ferramenta de previsão não é suficiente para se definir as quantidades de reposição, sendo necessário o uso de um conjunto de políticas de dimensionamento de estoques além de análises qualitativas de demanda.

Em trabalhos futuros, serão apresentados os resultados de movimentações de estoque através do modelo acima proposto (solicitações de reposição, dimensionamentos dinâmicos de estoques de segurança e pontos de pedido, etc.)

Bibliografia

1. BALLOU, RONALD H. – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Bookman – 5ª edição – Porto Alegre - 2006
2. BOWERSOX, DONALD J.; CLOSS DAVID J. – **Logística Empresarial** – Editora Atlas – São Paulo – 2001
3. CHOPRA, SUNIL; MEINDL, PETER – Gerenciamento da Cadeia e Suprimentos – Prentice Hall – São Paulo – 2003
4. WANKE, PETER; JULIANELLI, LEONARDO (Organizadores) – **Previsão de Vendas** – Editora Atlas – São Paulo – 2006