

Modelagem de estoques para uma empresa de grande porte do setor têxtil

Leandro Kinouchi de Oliveira (UNIARA) leandro@kinouchi.com.br
Cláudio Luís Piratelli (UNIARA) clpiratelli@uniara.com.br

Resumo:

Estoques são necessários às empresas por inúmeros motivos, porém eles representam uma grande quantia de capital de giro imobilizado e perda de investimentos por conta disto. Diversas empresas têm buscado ferramentas para redução de seus estoques e um consequente ganho de competitividade frente a um mercado cada vez mais acirrado. Este trabalho utiliza a metodologia (R, Q) para quatro produtos, onde é simulado um determinado período através da modelagem de estoques e comparado com os dados reais obtidos pela empresa.

Palavras-chave: Gestão de estoques, Setor têxtil, Modelo Estocástico.

Inventory models applied in a large company of the textile industry

Abstract:

Inventories are necessary for the companies for many reasons, but they represent a large amount of fixed working capital and a consequent loss of investment. Several companies have been searching tools to reduce their inventory and gain competitiveness against an increasingly tight market. This work uses the methodology (R, Q) for four products, which a certain period is simulated by inventory models and compared to the actual data of the company.

Key-words: Inventory management, Textile industry.

1. Introdução

A diminuição das margens de lucro e o encurtamento do ciclo de vida dos produtos em um ambiente de globalização da economia e elevada competição nos mercados, tem tornado a gestão de estoques uma importante ferramenta organizacional, uma vez que contribui para o seu correto dimensionamento dos mesmos, diminuindo o capital imobilizado. (SILVA, MADEIRA, 2004)

Estoques podem ser definidos como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação (SLACK et al., 2002) ou ainda como todos os bens e materiais mantidos por uma organização para suprir demandas futuras. Ele pode ser composto de matérias-primas, produtos em processo (*WIP*), produtos acabados ou peças de reposição para manutenção. A gestão de estoques compreende todas as atividades que permitem o controle deste, na quantidade, qualidade e momento correto ao longo da cadeia produtiva (SILVA, MADEIRA, 2004)

Segundo Sandvig e Allaire (1998) uma empresa típica do ramo de manufatura pode ter seu poder de investimento em novas oportunidades limitado de 20 a 40% do seu valor imobilizado com estoques, os quais, geralmente representam de US\$ 5 a 15 milhões.

Diversos são os fatores que contribuem para essa situação, dentre eles se destaca a baixa confiabilidade dos processos, pois a incerteza sobre a demanda e a má administração são compensadas com o aumento dos estoques, tornando a produção e logística mais complexas e custosas. (ROSA, MAYERLE, GONÇALVES, 2010).

Apesar das limitações apresentadas pelo mau dimensionamento dos estoques, diversos autores enumeram os fatores para sua existência: (SILVA, MADEIRA, 2004, p. 2) “(...) permitem economias de escala na compra e no transporte; amortecem as incertezas da demanda e do tempo de ressuprimento (BALLOU, 1993); permitem uma produção uniforme (TUBINO, 2000); garantem disponibilidade (WILD, 2002); minimizam perdas com *stock out* – ruptura de estoque (GAITHER, FRAZIER, 2001); e podem, ainda, ser usados com um viés especulativo (CORRÊA, CORRÊA, 2005). Mas, principalmente, estoques são necessários porque há uma incompatibilidade intrínseca entre demanda e oferta (SLACK et al., 1997; BERTAGLIA, 2003).”

A gestão de estoques também pode ser compreendida pelo aspecto do serviço ao cliente e não somente pelo aspecto financeiro, segundo Figueiredo et al. (2003 apud GOMES, WANKE, 2008) para as empresas que enfrentam um mercado mais competitivo, o nível de atendimento aos seus clientes é fundamental.

De acordo com Lima (2010), os gerentes de logística se deparam com a tarefa de reduzir estoques sem prejudicar o nível de atendimento aos seus clientes; o estoque é um alvo constante graças ao seu peso frente ao custo total e principalmente pelo valor imobilizado na conta do ativo que afeta diretamente o retorno sobre o capital para os acionistas. Ainda segundo o autor, enquanto as taxas altas de juros pressionam para um estoque maior, as incertezas de entrega e demanda podem restringir as possibilidades de redução; a diminuição sem levar em conta esses fatores pode interferir negativamente na disponibilidade de produtos, comprometendo as vendas da empresa.

Procurando atender esses desafios, diversas empresas estão procurando ferramentas que permitam ajudar nas tomadas de decisão, como a gestão de estoques (WERNER, LEMOS, DAUDT, 2006). Na indústria têxtil há os mesmos problemas encontrados em outras áreas, sendo que os estoques representam altos valores também. O controle de estoques no setor têxtil se tornou um grande desafio, graças a elevada variedade de produtos e a sazonalidade de demanda (SEGUNDO, SEGUNDO, FONTANA, 2013). A empresa onde o estudo foi realizado é uma empresa de grande porte do setor têxtil do interior do estado de São Paulo, onde existe a necessidade por demanda da diretoria de uma política de redução de custos em relação aos estoques.

Diante dos desafios acima apresentados, o presente estudo é uma simulação, com o objetivo de aplicar a modelagem de estoques para determinado período e comparar com os dados atuais da empresa, sem uma metodologia consolidada, para verificar se a modelagem de estoques é mais efetiva que o modo atual.

O artigo é composto de quatro partes, a primeira sendo a introdução, que retrata o impacto que os estoques têm sobre os custos de uma empresa e a conseqüente importância de se haver uma gestão firme sobre o assunto. Na segunda parte é mostrada a revisão teórica sobre os modelos de estoque e os resultados que os autores que utilizaram estes métodos obtiveram; posteriormente é abordada a metodologia do trabalho, mostrando como o mesmo foi feito, qual metodologia escolhida e qual resultado foi obtido. Por último, a conclusão, que aborda se houve ganhos e as ressalvas em relação aos métodos descritos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Modelos de estoque

Muitos modelos matemáticos e métodos já foram desenvolvidos para auxiliar na gestão de controle de estoques, sendo que na literatura acadêmica existem diversos trabalhos sobre a logística de uma camada ou nível, sendo esta a dos clientes ou fornecedores diretos (CUNHA, OLIVEIRA, RAUPP, 2014), dentre elas, pode-se dividir os modelos de controle de estoque em dois grupos, os modelos determinísticos, o qual se vale de uma previsão de demanda para um determinado período (d) e os modelos estocásticos, quando se tem uma grande incerteza sobre a demanda futura (HILLIER, LIEBERMAN, 2010). Outro modo de se diferenciar as modelagens de estoque é a respeito dos períodos de revisão e as quantidades de reposição (ELSAYED, BOUCHER, 1994 apud WERNER, LEMOS, DAUDT, 2006). O Sistema de Revisão Contínua mantém um controle do nível atual de estoque, quando este cai até um certo nível, ele dispara uma quantidade determinada (Q) neste momento (MONKS, 1987 apud WERNER, LEMOS, DAUDT, 2006). No Sistema de Revisão Periódica, o nível de estoque é revisado periodicamente e um pedido é colocado ao final de cada revisão, sendo que o tamanho do pedido (Q) varia de um pedido para o outro, mas o tempo entre pedidos é sempre o mesmo (KRAJEWSKI, RITZMAN, 1994 apud WERNER, LEMOS, DAUDT).

Segundo Hillier e Lieberman (2010) existem seis principais modelos de estoque e suas variações, cada qual recomendado a um determinado sistema produtivo; abaixo, seguem as principais descritas pelos autores para o sistema produtivo do presente estudo, cada uma com uma breve descrição de suas hipóteses:

O primeiro modelo de estoque descrito é o **EOQ (Quantidade Econômica de Pedido em inglês)**, onde é necessário encontrar o lote de reposição ótimo (quantidade - Q) e o tempo de reposição correto (lead time - R) para evitar a escassez do produto. O EOQ, esta versão sendo conhecida como “clássica”, utiliza a hipótese de uma demanda constante para o modelo funcionar, sendo um dos modelos mais utilizados no meio acadêmico.

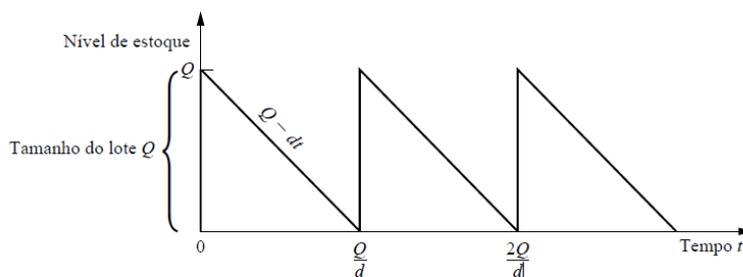


Figura 2.1 – Diagrama do nível de estoque em função do tempo para o modelo EOQ básico. Gráfico conhecido como “dente de serra”, onde há uma reposição periódica, de tamanho Q e tempo decorrido R (HILLIER, LIEBERMAN, 2010)

Entre o modelo EOQ, temos uma variação: **Modelo EOQ com Falta Planejada**. Este método é utilizado quando se tem a possibilidade de entrega com datas mais flexíveis e se quer diminuir o montante gasto com estoques; como o nome diz, este modelo trabalha com falta planejada, conforme a figura 2.2 abaixo, sendo que a produção é iniciada quando o estoque fica negativo.

Figura 2.2 – Diagrama do nível de estoque para o modelo EOQ com falta planejada de produto

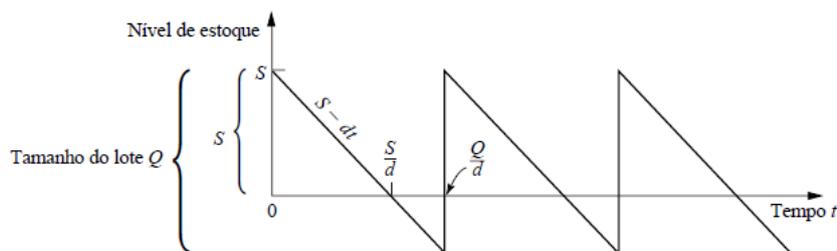


Figura 2.2 – Diagrama do nível de estoque para o modelo EOQ com falta planejada de produto (HILLIER, LIEBERMAN, 2010)

O segundo modelo de estoque apresentado é o **Modelo Determinístico de Revisão Periódica**, onde se determina a produção necessária para cada período e deve-se manter o menor estoque possível em função dos custos, o ponto principal deste modelo, uma gestão de estoques só é ótima quando o estoque é 0, em outras palavras, a produção se inicia apenas quando o estoque é igual a 0.

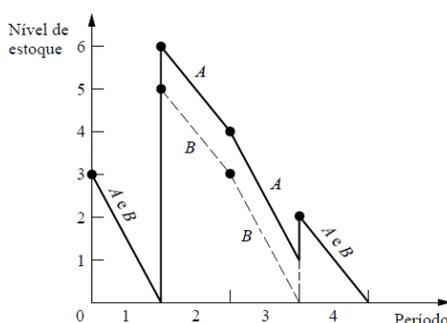


Figura 2.3 – Comparação entre duas políticas de estoque - A gestão "B" reflete a política da produção iniciando quando o estoque é igual a 0, a programação "A" não. Há os mesmos custos fixos e unitários para os dois modelos, porém o valor em estoque em "B" é menor (HILLIER, LIEBERMAN, 2010)

Modelo Estocástico de Revisão Contínua: Enquanto os primeiros eram baseados em uma demanda conhecida, este se baseia em uma demanda incerta. Derivado do sistema de dois recipientes, onde se colocava o pedido assim que a primeira metade do estoque acabava (sendo essa metade igual a quantidade do consumo médio do produto neste *lead time* mais folga de reposição).

No caso do Modelo Estocástico de Revisão Contínua, segundo Hillier e Lieberman (2010), devemos solucionar o problema em duas etapas, primeiro, encontrar a quantidade ótima do pedido (Q) e depois encontrar o ponto de colocação ótimo do pedido (R), também conhecida como política (R,Q). Na primeira etapa, a demanda estocástica é representada por sua média e (Q) é encontrado através da fórmula do método EOQ (Economic Order Quantity), na segunda etapa, são estabelecidos os níveis de atendimento desejáveis. (CUNHA, OLIVEIRA, RAUPP, 2014. HILLIER, LIEBERMAN, 2010).

$$Q = \sqrt{\frac{2dK}{h}} \sqrt{\frac{p+h}{p}},$$

(1)

Equação (1): Equação para encontrar o tamanho do lote de reposição ótimo (HILLIER, LIEBERMAN, 2010)

Sendo:

d = demanda média por tempo [peças/período]

K = custo de setup [reais/setup]

h = custo de manutenção de estoque [reais/unidade/período]

p = custo da escassez (falta de produtos em estoque para entrega) [reais/unidade]

Para achar 'R', deve-se antes de tudo determinar o nível de atendimento desejado pela gerência (L) de 0 a 1, sendo esse valor o quanto que a esta quer que não haja falta de produtos, ou em outras palavras, se esse valor for de 0,95, em 95% das vezes, não haverá falta de produtos ou escassez, atrelado à uma demanda 'D'. Se 'D' for uma demanda que segue uma distribuição normal, podemos utilizar a fórmula:

$$R = \mu + K_{1-L}\sigma. \quad (2)$$

Equação (2): Equação para se encontrar o ponto ótimo de colocação de um novo pedido (HILLIER, LIEBERMAN, 2010)

Sendo que:

K_{1-L} é um valor tabelado de acordo com o valor de 'L'.

μ = média da distribuição normal

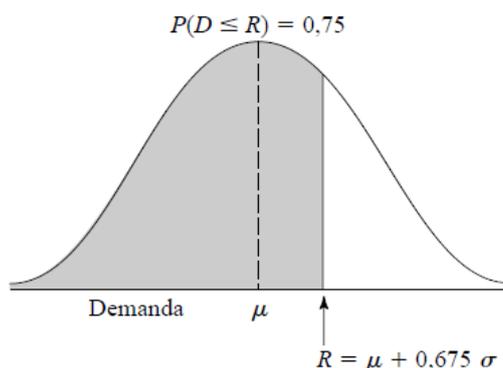


Figura 2.4 – Cálculo do ponto para fazer novo pedido 'R' para o modelo estocástico de revisão contínua, com uma distribuição probabilística de demanda normal (HILLIER, LIEBERMAN, 2010)

Modelo Estocástico de Período Simples para Produtos Perecíveis: outro modelo apresentado por Hillier e Lieberman (2010), usado para produtos em que há um tempo de vida determinado, então deve-se avaliar o quanto produzir para o período de vida útil do produto; se a produção exceder a demanda no período, irá gerar um estoque de produtos descontinuados que serão vendidos por um preço abaixo do valor de mercado (descontinuados), por outro lado, se a produção não atender a demanda, incorre no risco de perda de vendas e um custo (p) por causa da escassez.

2.2 Revisão sobre aplicações de modelos de estoque

Vários autores utilizaram modelagem de estoque para redução de custos e ganho de competitividade nas empresas, entre eles Werner, Lemos e Daudt (2006), que aplicaram a política de gestão de estoques (R, Q) e utilizaram o estoque de segurança em uma empresa do ramo siderúrgico. Comparando os números reais da empresa, que não utilizava da modelagem de estoque com as previsões feitas através do estudo, conseguiram uma redução 11,3% no valor

de estoque para o item analisado, em questão de dois meses de comparação, sendo que isso representa um valor absoluto de R\$ 30.967,00.

TABELA 5 – Comparativo de custos de armazenagem do item 400056

	Nível de Estoque (T) previsto		Nível de estoque (T) real	Custo de armazenagem previsto (ton. X R\$358)	Custo de armazenagem real (ton. X R\$358)
Setembro	338,25	toneladas	376 toneladas	R\$ 121.093,50	R\$ 134.608,00
Outubro	338,25	toneladas	387 toneladas	R\$ 121.093,50	R\$ 138.546,00
Total	676,5	toneladas	763 toneladas	R\$ 242.187,00	R\$ 273.154,00

Figura 2.5 – Comparativo entre os estoques para o produto alvo do estudo dos autores, onde o custo de armazenagem previsto, através da modelagem é menor que o custo real, sem a modelagem de estoques (WERNER, LEMOS, DAUDT, 2006)

Em outro estudo, este realizado na indústria têxtil em uma empresa PME (Pequena e Média Empresa) no Polo de Confeção do Agreste de Pernambuco, os autores utilizaram do modelo de revisão contínua com o estoque de segurança, criando uma metodologia de gestão de estoques para a empresa, eliminando qualquer falta de material; sendo que esta se mostrou mais efetiva neste caso que a revisão periódica. É importante salientar que a empresa não tinha uma política de gestão de estoques (SEGUNDO, SEGUNDO, FONTANA, 2013).

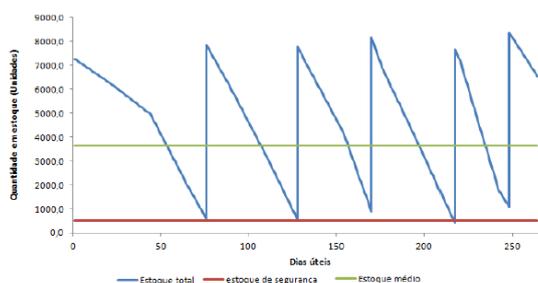


Figura 2.6 – Gráfico demonstrando o comportamento da demanda através da revisão contínua (SEGUNDO, SEGUNDO, FONTANA, 2013)

3. Metodologia

A metodologia deste artigo pode ser classificada com relação ao objetivo como quantitativa, sendo que o mesmo recorre a amostras para representar a população, recorrendo à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno ou relações entre as variáveis, de natureza aplicada e objetivos exploratórios, visando os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (FONSECA, 2002).

A metodologia apresentada neste trabalho visa otimizar o gerenciamento de níveis de estoque e amenizar problemas decorrentes de previsões de demanda deficientes, as quais acabam expondo o sistema produtivo a duas situações de risco: (1) formação de estoques excessivos, o que implica em gastos com manutenção de inventários, ou (2) escassez de produto, impactando nos indicadores financeiros e de satisfação do cliente. Esta metodologia apresenta cinco passos para a sua operacionalização: (1) Coleta de dados, (2) Priorização dos Produtos, (3) Modelagem e Previsão de Demanda, (4) Definição do sistema de revisão de estoque e (5) Validação da metodologia. (WERNER, LEMOS, DAUDT, 2006, página 5).

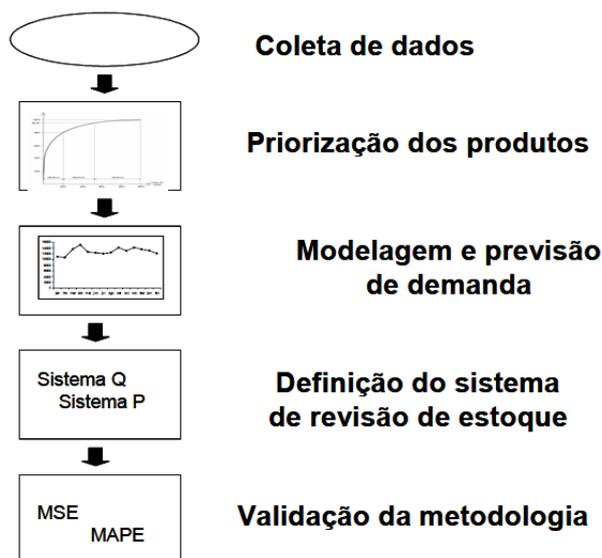


Figura 3.1 - Passos para a metodologia utilizada para coleta, definição do sistema e modelagens de estoque (WERNER, LEMOS, DAUDT, 2006)

3.1 Coleta de Dados

A primeira etapa a ser feita no estudo é a coleta de dados históricos de demanda dos produtos. Os dados foram retirados do histórico de demanda do sistema ERP da empresa (SAP), em uma base de 24 meses, não sendo maior por motivos de troca de coleção. Deve-se utilizar de dados confiáveis, através de procedimentos e coleta sistemáticos, retirando os dados irrelevantes, para estruturar o processo de previsão de demanda (MOON et al., 1998).

3.2 Priorização dos produtos

A escolha do produto a ser analisado levou em conta a demanda de cada um; os produtos com alta rotatividade têm uma produção constante e controle de estoques através da média de venda, o alvo do estudo foram os com demanda menor, porém em cores presentes ao longo de várias coleções, buscando a redução de estoques deste grupo que representa a maioria em número de produtos.

3.3 Modelagem e previsão de demanda

Após a coleta minuciosa dos dados, o passo seguinte é a previsão de demanda a partir dos mesmos. De acordo com os parâmetros para escolha do produto descritos anteriormente, o produto escolhido é o SA-08730-018 (SA – Indica produto semi-acabado; 08730 – Cor do produto; 018 – Modelagem da cueca, no caso, boxer).

Na figura abaixo segue a aplicação de cada método através do software Excel 2010:



Figura 3.2 – Aplicação dos oito métodos clássicos de séries temporais para um histórico de 24 meses de demanda do SA-08730-018 (próprio autor)

Todos os 4 SKUs (Single Keeping Unit) seguem uma distribuição normal, conforme os gráficos abaixo obtidos no software MiniTab 16:

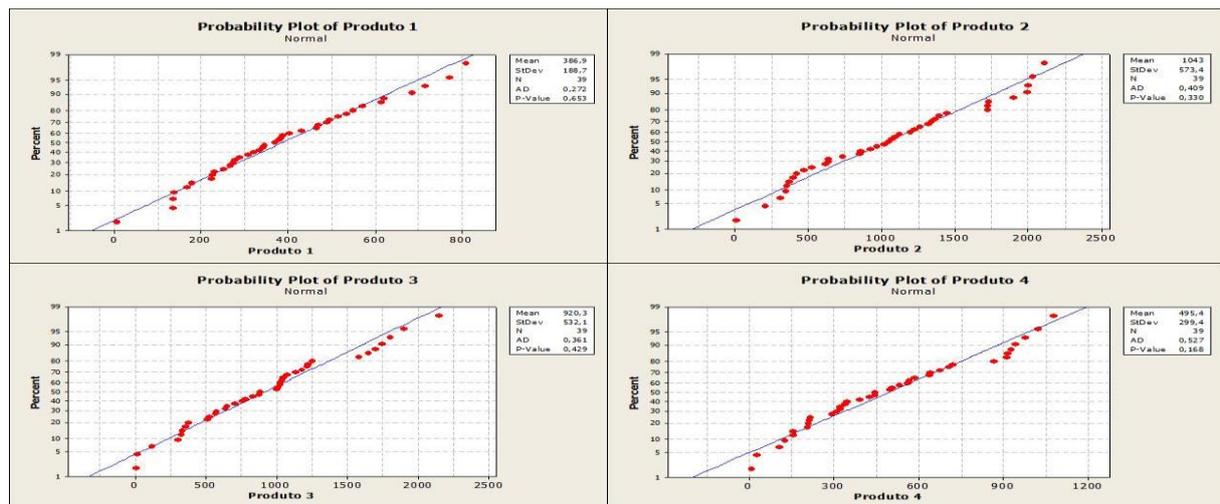


Figura 3.3 – Distribuição normal para os 4 produtos em análise (próprio autor)

3.4 Definição do sistema de revisão de estoque

Dentre os 6 modelos e suas variações citados por Hillier e Lieberman (2010) na seção revisão bibliográfica, foi preciso fazer uma análise do sistema produtivo e das políticas internas da empresa, para determinar qual o modelo mais apropriado para usar no estudo. Como política principal de atendimento de pedidos interna na empresa em questão, as prioridades são os negativos (vendas \uparrow - estoques \downarrow = negativo), ou seja, se as vendas forem maiores que os estoques no mesmo período, a conta fica negativa, em outras palavras, devem-se entrega para estes produtos e, portanto, eles são as prioridades para atendimento. Através da demanda incerta apresentada na previsão de produção o modelo (R, Q) ou o Modelo Estocástico de Revisão Contínua se mostra o mais adequado, porém, com a política interna da empresa de redução de estoques, o nível de atendimento R deve ser quando o nível de estoque atingir 0.

3.5 Validação da Metodologia (Análise dos dados)

O cálculo para encontrar as quantidades de reposição (Q) foi feito, conforme a equação (1). Os dados para as variáveis foram obtidos pelo próprio autor, através de cronoanálise ou determinados pela gerência. Abaixo segue a comparação entre o realizado nos meses de maio e junho de 2016 e o método EOQ com falta planejada para os mesmos meses; deve-se lembrar que a empresa não possui método consolidado para a gestão de estoques, dependendo da experiência do programador para controle deste.

Demanda x Q*	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Produto 4
Demanda maio 2016	282	1284	1202	641
Demanda junho 2016	499	1427	1393	619
Demanda julho 2016	540	1206	1127	584
Q*	1245	2044	1920	1409

Tabela 3.1 – Comparação demanda x quantidade Q*

Pode-se notar na tabela 3.1, que a quantidade recomendada pelo modelo é muito grande quando comparada à demanda dos 3 meses seguintes. Em uma análise posterior ao resultado obtido, ficou claro que o componente responsável por essa quantidade de reposição Q alta é a variável h , como visto na equação (1), sendo este o custo de armazenamento unitário por período de tempo para o produto. Conforme informado pela gerência, o valor de h é de 0,5% do valor de produção do produto, sendo este muito baixo frente às outras variáveis, fazendo o modelo requisitar uma quantidade que não é a ideal para redução dos custos de estoque.

4. Conclusão

Em busca de redução de custos por causa do aumento da competitividade do mercado, as empresas estão buscando na redução dos custos dos estoques uma possibilidade de ganho de competitividade. Visando este objetivo, neste estudo foi utilizado uma abordagem de modelagem de estoques do tipo (R, Q) em uma empresa têxtil do interior do estado de São Paulo.

Os resultados mostram que os dados utilizados para o cálculo da modelagem de estoques (*inputs*) levam o modelo a um resultado equivocado, por conta da veracidade dos mesmos. Em uma conversa posterior com a gerência da empresa em que o estudo foi realizado, ficou claro a falta de controle que a empresa tem em relação aos custos de estocagem dos produtos, sendo o mesmo composto por inúmeras variáveis e sendo muito complexo de ser encontrado.

Para trabalhos futuros, é necessário obter os custos de armazenagem unitários por período de tempo corretos, através de um trabalho dedicado a esse fim, para então, através dos *inputs* corretos, solucionar os problemas de redução de nível de estoque da empresa.

Referências Bibliográficas

- CUNHA, P.S.A.; OLIVEIRA, F.; RAUPP, F.M.P.** *Controle de reposição e estoque de um item com demanda incerta via programação estocástica*. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Salvador, BA, setembro de 2014.
- FONSECA, J.J.S.** *Metodologia da Pesquisa Científica*. UECE – Universidade Estadual do Ceará, 2002.
- GOMES, A.V.P.; WANKE, P.** *Modelagem da gestão de estoques de peças de reposição através de cadeias de Markov*. Gest. Prod. Vol. 15 no. 1 São Carlos Jan./Apr. 2008.
- HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J.** *Introdução à Pesquisa Operacional 8ª Edição*. Capítulo 18. Stanford University. 2010.
- LIMA, M.P.** *Estoque: Custo de Oportunidade e Impacto sobre os Indicadores Financeiros*. Disponível em: <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-busca.htm?fr-public.htm>> Acesso em 09 de maio de 2016.
- MOON, M.A.; MENTZER, J.T.; SMITH, C.D.; GARVER, M.S.** *Seven Keys to Better Forecasting*. Business Horizons. Vol. 41, n. 5, p. 44-52, 1998.
- ROSA, H.; MAYERLE, S.F.; GONÇALVES, M.B.** *Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação*. UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. 2010.
- SANDVIG, J.C.; ALLAIRE, J.J.** *Vitalizing a service parts inventory. Production and Inventory*. Journal 39.1 (First quarter 1998): 67-71.
- SILVA, G.L.C.; CONCEIÇÃO, S.V.** *Modelo de estoque para peças de reposição sujeitas à demanda intermitente e lead time estocástico*. UFMG, Belo Horizonte, MG, março de 2009.
- SILVA, C.B.A.; MADEIRA, G.J.** *Gestão de estoques e lucro da empresa*. Contab. Vista & Rev. Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 41 – 52, ago. 2004.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R.** *Administração da Produção 2 ed.* São Paulo: Atlas, 2002.
- SEGUNDO, J.E.V.; SEGUNDO, D.W.F.; FONTANA, M.E.** *Controle de estoque em pequena e média empresa localizada: um estudo de caso aplicado no polo de confecção do agreste de Pernambuco*. XX SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, novembro de 2013.
- WERNER, L.; LEMOS, F.O.; DAUDT, T.** *Previsão de demanda e níveis de estoque uma abordagem conjunta aplicada no setor siderúrgico*. XIII SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, novembro de 2006.