

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E GEOTECNIA
NUCLETRANS – NÚCLEO DE TRANSPORTES**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM
LOGÍSTICA ESTRATÉGICA E SISTEMAS DE TRANSPORTE**

**GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAL AUXILIAR EM UMA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA**

Monografia

Filipe da Fonseca Braga

Belo Horizonte, 2011

Filipe da Fonseca Braga

**GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAL AUXILIAR EM UMA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA**

**Trabalho apresentado ao Curso de
Especialização em Logística Estratégica e
Sistemas de Transporte, da Escola de
Engenharia da Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito parcial à obtenção do
Título de Especialista em Logística Estratégica e
Sistemas de Transporte.**

Orientador: Prof. Dr. Roberto da Costa Quinino

Belo Horizonte, 2011

**GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAL AUXILIAR EM UMA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA**

Filipe da Fonseca Braga

Este trabalho foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto da Costa Quinino
Orientador

Prof. Dr. David José Ahouagi Vaz de Magalhães
Avaliador

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia, que representa a conclusão do Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transportes à minha mãe, que me incentivou aos estudos por toda a vida, principalmente agora na Pós-Graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, minha avó, minha namorada e meus verdadeiros amigos por me apoiarem e me incentivarem em vários momentos de minha vida.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	05
1 INTRODUÇÃO.....	06
2 TEMA, OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	07
2.1 Tema.....	07
2.2 Objetivo Geral.....	07
2.3 Objetivos Específicos.....	07
2.4 Justificativa do Tema.....	07
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	08
4 GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAL AUXILIAR EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.....	11
4.1. Apresentação da Empresa.....	11
4.2 Apresentação do Produto/Processo.....	11
4.3 Situação antes da Intervenção.....	11
4.4 Descrição da Intervenção.....	12
4.5 Resultados Obtidos.....	18
5 CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de estoques de uma empresa é uma importante ferramenta para se controlar que tipo de produto e em qual quantidade você deve armazenar em seu estoque visando suprir sua demanda.

Mas não basta ter o estoque abarrotado de produtos, porque, se por um lado você terá a capacidade de atender qualquer pedido e em qualquer época, você esbarrará em problemas de espaço físico e é claro, já que estamos falando de empresas que visam lucro, no grande aumento nos custos desta armazenagem.

Este trabalho aborda a gestão de estoques de material auxiliar de um operador logístico de uma grande montadora de automóveis. Nele é feita uma análise do cenário antes da intervenção, focando no ponto de reposição do produto – um determinado modelo de caixa de papelão.

O trabalho também mostra os diversos modelos de alguns dos principais autores de modelagem estatística que foram pesquisados, em busca de se encontrar aquele que mais se adequa com o contexto em que a empresa está situada e aquele que melhor poderá atingir os objetivos da organização.

A intervenção irá mostrar o modelo de estocagem escolhido, gráficos e tabelas mostrando a evolução do antes e depois da intervenção, as hipóteses aplicadas para chegar aos cálculos e estruturar o modelo.

Por fim, são apresentados os resultados obtidos, fazendo novamente a comparação entre o cenário antes da intervenção e o cenário após a intervenção para, em seguida, ser apresentada a conclusão do trabalho.

2 TEMA, OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1 Tema

O tema deste trabalho de conclusão é a Gestão de Estoques de Material Auxiliar, abordado a partir do modelo estocástico de revisão contínua. Esse é um tema importante, que irá abordar a quantidade necessária a ser encomendada em cada pedido de compra e quando este pedido deverá ser feito.

2.2 Objetivo Geral

Os objetivos principais deste trabalho são o estudo e a aplicação de um modelo de estocagem, a fim de minimizar os custos de estocagem dos materiais auxiliares.

2.3 Objetivos Específicos

- Diagnosticar problemas quanto à gestão atual dos estoques;
- Identificar o modelo mais adequado de acordo com o cenário de estoque da empresa;
- Aplicar o modelo selecionado;
- Propor melhorias na gestão de estoques após a implementação do modelo.

2.4 Justificativa do Tema

Necessidade de adequação dos estoques de material auxiliar (embalagens, principalmente de papelão), pois não há mais espaço físico para a estocagem desses materiais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os diversos modelos utilizados para o reabastecimento dos estoques, os primeiros a serem estudados foram os Modelos Determinísticos de Revisão Contínua, encontrados em HILLIER & LIEBERMAN (2006). Estes são modelos simplistas que têm como objetivo determinar quando e em qual quantidade devem ser reabastecidos os estoques em uma unidade de tempo. Em sua teoria é considerado que há uma demanda d constante por unidade de tempo. Parte-se também do pressuposto que todas as unidades de reposição chegam ao mesmo tempo no momento desejado em um lote único de pedido de tamanho fixo (Q unidades). Esta demanda constante vai consumindo o estoque continuamente até se chegar a um nível suficientemente baixo de peças, quando é disparado um pedido para a reposição de um lote fixo de unidades já determinado para fazer o suprimento deste estoque.

Este primeiro modelo não se aplica na necessidade estudada, por considerar que a demanda é constante, o que não ocorre na realidade deste caso e também por considerar um lote de reposição constante, que não se encaixa com a política que se pretende adotar.

Outro modelo visto em HILLIER & LIEBERMAN (2006) é o Modelo Determinístico de Revisão Periódica. Este modelo considera que a demanda para um determinado período p é conhecida porém não são as mesmas em cada período. Ele afirma que, conhecendo esta quantidade demandada para um determinado período de tempo, seja feito o planejamento de quando e em qual quantidade o material correspondente seja adquirido.

O foco deste modelo está voltado para o planejamento da produção de um determinado item, sendo todo estoque consumido durante a produção deste produto.

Já os Modelos Determinísticos de Estoques Multiníveis, também em HILLIER & LIEBERMAN (2006) são modelos voltados para o gerenciamento de toda uma cadeia de abastecimento. Neste modelo é mostrado os estoques do fabricante sendo armazenados em um ou alguns pontos de fabricação, sendo estes o nível 1. Logo após há também os estoques nos depósitos, que podem ser regionais ou nacionais, nível 2. Em seguida em centros de distribuição de campo, 3º nível e assim por diante. Como uma mesma empresa pode estar presente em todas essas fases da cadeia de abastecimento, este sistema visa uma certa coordenação entre todos esses

níveis de estoques ou em todos estes pontos de estoques, já que o estoque de um nível é usado para abastecer os estoques do nível seguinte.

No presente estudo o foco está em um único nível desta cadeia de abastecimento, fazendo com que este modelo bastante abrangente não tenha aplicabilidade no nosso caso.

Há também o Modelo Estocástico de Período Simples para Produtos Perecíveis, visto em HILLIER & LIEBERMAN (2006). Este modelo foca os produtos perecíveis, ou seja, aqueles que têm um curto prazo de tempo para perderem sua validade e conseqüentemente não podem mais ser consumidos. Como exemplo de produtos perecíveis, têm-se os jornais impressos, que têm um prazo de consumo para até o dia seguinte, quando já haverá uma nova edição com novas notícias. Flores, alimentos (frutas, verduras ou mesmo os preparados em um *self service*) e produtos sazonais são outros bons exemplos de produtos que têm um curto prazo de consumo.

Este modelo também não se aplica ao estudo pois o produto estudado, caixa de papelão, não ser um produto perecível.

O Modelo de Reposição Contínua vistos em MARTINS & ALT (2000) e também em MOREIRA (2000) consiste em emitir um pedido de compras, com uma quantidade pré-determinada, sempre que o nível de estoques atingir um determinado ponto. Este modelo considera uma demanda variável. Para a aplicação deste modelo é necessário determinar o lote econômico de compras (LEC) e o Ponto de Pedido (PP).

Foram vistos também em MARTINS & ALT (2000) e em MOREIRA (2000) o Modelo de Reposição Periódica. Neste modelo os pedidos de compras são feitos em intervalos de tempo fixos, sendo verificado ao final de cada período quantas unidades há em estoque e qual será a demanda do próximo período.

O Modelo Estocástico de Revisão Contínua visto em HILLIER & LIEBERMAN (2006), foi desenvolvido para analisar sistemas de estoques onde há uma considerável incerteza sobre a demanda. Nele, os níveis de estoques são monitorados continuamente até que se chegue a um nível determinado a ponto de se fazer um novo pedido. Ele é baseado em um sistema tradicional de dois recipientes, onde um recipiente tem a quantidade necessária para suprir o período entre a efetuação do pedido e a chegada do produto e o outro recipiente, onde os produtos são efetivamente consumidos. Quando este recipiente fosse todo consumido seria disparado um pedido de reposição.

Este foi o modelo utilizado neste trabalho por se tratar de um modelo mais detalhado, que foi mais abrangente em relação à variabilidade da demanda. Embora, neste trabalho, por o autor estudado não apresentar o modelo estocástico de revisão periódica, foi necessário alterar alguns princípios do modelo estocástico de revisão contínua, para que o mesmo atendesse às particularidades do sistema de estoques da empresa em análise.

4 GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAL AUXILIAR EM UMA IDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

4.1 Apresentação da Empresa

A empresa estudada é um operador logístico mundial que atua nos seguimentos automobilísticos, industrial e high-tech. Neste estudo será abordado apenas o contrato Peças & Acessórios (P&A) de uma grande montadora de automóveis localizada em Minas Gerais. No P&A são realizados os processos de recebimento, embalagem (foco do estudo), estocagem, separação e expedição de peças genuínas desta montadora para todas as concessionárias do Brasil e para alguns pontos do Mundo.

4.2 Apresentação do Produto/Processo

As peças genuínas chegam ao Centro de Distribuição P&A oriundas de diversos fornecedores e as mesmas podem vir embaladas em caixas com logomarca do próprio fornecedor ou podem vir desembaladas, em recipientes de movimentação específicos. No setor de embalagem, todas estas peças são embaladas em caixas específicas com a logomarca desta montadora. Mesmo as que já chegam com a embalagem do fornecedor são desembaladas e reembaladas nestas novas caixas, visando o melhor acondicionamento da peça a ser entregue aos concessionários.

4.3 Situação antes da Intervenção

Para que estas caixas personalizadas estejam sempre disponíveis, existe o setor chamado Almoxarifado de Material Auxiliar, que além de fazer a atividade de recebimento e estocagem das embalagens realiza, também, a colocação do pedido de compra destes itens.

Foi verificado que diversos itens são comprados em quantidades bem superiores à quantidade de demanda fazendo, assim, que o estoque fique com excesso de embalagens a serem consumidas, sem espaço para a estocagem de novos itens e com um grande período para o consumo destas embalagens.

4.4 Descrição da Intervenção

Este estudo foi baseado em apenas um código que apresentava todas estas características mencionadas no item anterior.

De posse da série histórica de Peças Programadas a serem Recebidas, Peças Realmente Recebidas e Saída de Embalagens do Almoxarifado, foi realizado um paralelo do que foi feito anteriormente e diversas simulações do que poderia ser feito.

Na figura 1, é possível notar a grande quantidade de embalagens no estoque inicial, em média 196% maior do que foi realmente consumido.

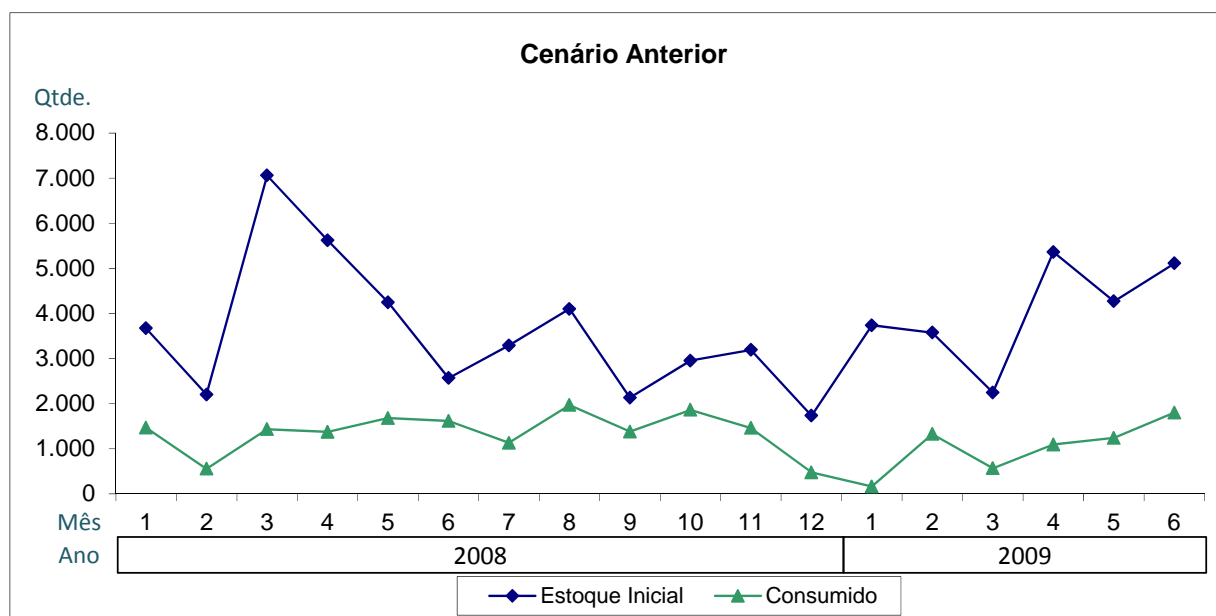


Figura 1: Comparação entre Estoque Inicial e Embalagens Consumidas num período de 18 meses.

Fonte: O autor.

Com este excesso de unidades em estoque, há grandes problemas de onde estocar o produto no espaço físico, já que o espaço na área de almoxarifado é um limitante.

A Tabela 1 mostra o elevado tempo de consumo de cada lote de compra:

Tabela 1: Período de Consumo de Embalagens

Ano	Mês	Almoxarifado	Consumo [meses]
2008	1	3.070	2
	2	0	
	3	5.410	4
	4	0	
	5	0	
	6	0	
	7	2.340	1
	8	1.940	2
	9	0	
	10	2.200	1
	11	2.100	2
	12	0	
2009	1	2.480	3
	2	0	
	3	0	
	4	3.680	2
	5	0	
	6	2.080	

Fonte: Arquivo 'Saída Material Almoxarifado'.

No período estudado, raros foram os meses em que o lote de compra foi o necessário para suprir exclusivamente o mês em questão, sendo a prática comum fazer compras para suprir a demanda de dois ou mais meses de consumo.

Seguindo o estudo, foram pesquisados diversos modelos retratados em HILLIER & LIEBERMAN (2006) e o que mais se adequou ao problema foi o Modelo Estocástico de Revisão Contínua.

Este modelo de revisão contínua é baseado num sistema de dois recipientes, onde um recipiente teria as unidades necessárias para suprir a demanda durante o período entre o pedido e a entrega dos produtos. Enquanto o segundo recipiente seria consumido até seu esvaziamento. Quando isto ocorresse seria disparado o pedido de compra. Este é um modelo mais arcaico, porém bastante útil e didático. Hoje em dia, com o uso dos computadores para o gerenciamento dos estoques, todo este cenário é controlado por sistemas informatizados.

O sistema de estoques de revisão contínua é baseado normalmente em dois pontos principais: Q (quantidade do pedido) e R (momento de se fazer o novo pedido).

De acordo com HILLIER& LIEBERMAN (2006), existem algumas hipóteses para que o R e o Q possam ser determinados:

Hipóteses do Modelo:

1. Cada aplicação envolve um único produto;
2. O nível de estoques encontra-se sob revisão contínua e, assim, seu valor atual é sempre conhecido;
3. Deve ser usada uma política (R, Q) e, portanto, as únicas decisões a serem tomadas são escolher R e Q ;
4. Existe um tempo de espera entre o momento em que o pedido é feito e aquele em que a quantidade encomendada é recebida. Esse tempo de espera pode ser determinado como também variável;
5. A demanda por retirada de unidade de estoque para vendê-los (ou para qualquer outra finalidade) durante esse tempo de espera é incerta. Entretanto, a distribuição probabilística da demanda é conhecida (ou pelo menos estimada);
6. Caso ocorra uma falta de estoque antes de o pedido ser recebido, o excesso de demanda é colocado em reserva, de modo que os pedidos que não forem atendidos agora (*backorders*) serão atendidos tão logo o pedido novo chegue;
7. Cada vez que for feito um pedido ocorre um custo de implantação fixo (representado por K);
8. Exceto pelo custo de implantação, o custo do pedido é proporcional à quantidade Q encomendada;
9. Incorre-se em certo custo de manutenção de estoque (representado por h) para cada unidade em estoque por unidade de tempo;
10. Quando ocorre uma falta de estoque, existe certo custo de escassez (representado por p) para cada unidade colocada em reserva por unidade de tempo até esse pedido pendente ser atendido.

Agora, considerando que as hipóteses são razoáveis para o presente estudo, pode-se aplicar a fórmula para encontrar a quantidade a ser encomendada (Q):

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

Fonte: HILLIER & LIEBERMAN (2006)

Onde:

d = Demanda média por unidade de tempo;

K = Custo de implantação fixo;

h = Custo de manutenção de estoque;

p = Custo de Escassez

Conforme base histórica estudada, a demanda média (d) por este produto é de 1.255 unidades por mês. O custo de implantação fixo (K) foi estimado em \$70,00 por pedido. O custo de manutenção de estoque envolvendo o custo de locação do espaço e o custo do pessoal que administra o estoque (h) foi de \$0,095 por unidade e o custo de escassez do produto (p), também analisando os custos das áreas envolvidas, foi de \$0,194 por unidade.

Aplicando os valores na fórmula encontramos:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 1.255 \times 70}{0,095}} \times \sqrt{\frac{0,194 + 0,095}{0,194}} = 1.662 \text{ unidades.}$$

Portanto, para um lote de compra de 1.662 unidades e uma demanda média de 1.255 unidades utilizaremos um “colchão” de estoque de segurança de aproximadamente 400 unidades (1.662-1.255= 407).

Cruzando os dados encontrados no modelo com as informações históricas, foram feitas algumas pequenas modificações no modelo, para que se consiga chegar a um cenário real da empresa, ou seja, é necessário que o modelo seja operacional no dia a dia da empresa.

- Ao invés de se fazer um novo pedido quando o estoque chegar a 400 unidades, o ponto de pedido será em todo início de mês;

- As compras sempre serão em centenas de unidades;
- O limite máximo de compra será de 2.200 unidades para os casos isolados que ultrapassem este limite. Caso valores acima desta quantidade fiquem constantes, este limitante será revisto;
- De posse da previsão de consumo enviada pelo cliente para o mês que está iniciando (dados que apresentam uma margem de erro de 23%), da quantidade real consumida no mês anterior e, conseqüentemente, do saldo final de estoque do mês passado, pode-se prever com mais exatidão quantas unidades serão necessárias para compra a fim de se manter sempre um saldo de 400 unidades de estoque de segurança ou 32% da demanda média mensal.

Na Figura 2, mostra-se o fluxo do processo de análise e decisão de compra do lote de reposição do produto:

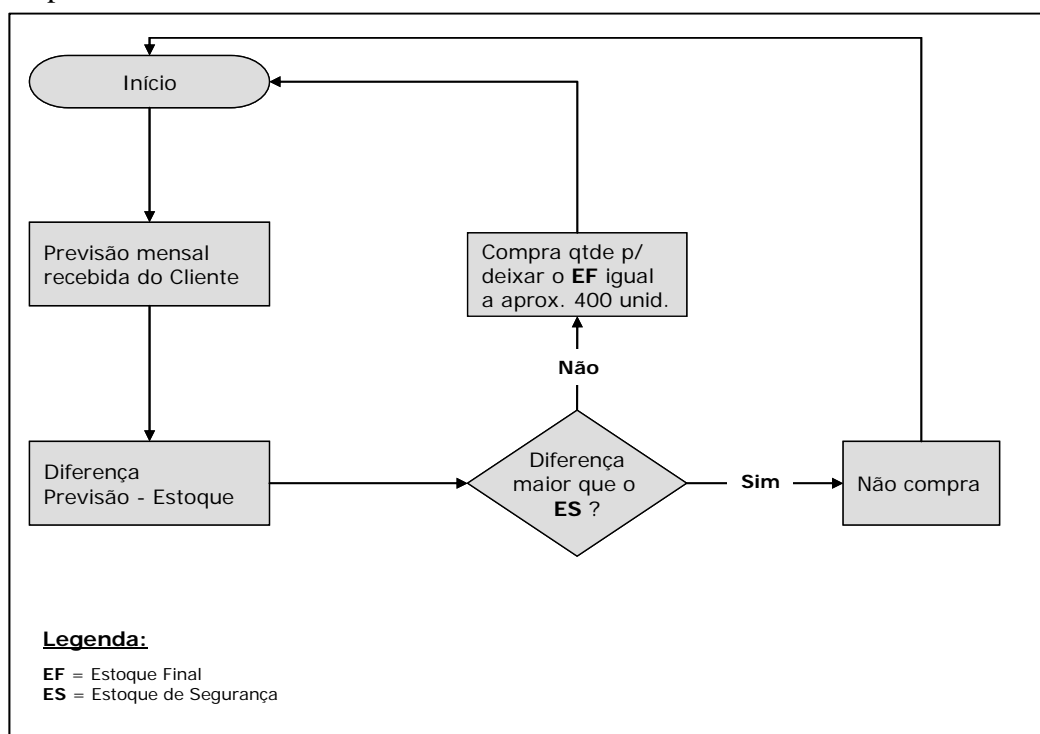


Figura 2: Fluxo do processo de análise e decisão de compra.

Fonte: O autor.

Para ficar mais claro, é apresentado um exemplo a seguir. Hipoteticamente, no final do mês 01 havia 400 unidades em estoque e uma previsão de demanda de 1.300 unidades para o mês 02. Portanto, foram compradas as 1.300 unidades a fim de se manter o estoque de segurança

com 400 unidades (o colchão proposto). Porém, no final do mês 02 foi constatado que foram consumidas apenas 1.100 unidades, elevando o estoque final do mês 02 para 600 unidades. A previsão de consumo para o mês 03 é de 1.200 unidades, entretanto, para se fazer o ajuste no saldo final de estoque será comprado apenas 1.000 unidades, o que teoricamente fará com que o nível de estoque final volte para o colchão das 400 unidades.

Abaixo segue a Tabela 2, mostrando a aplicação do modelo no período estudado.

Tabela 2: Aplicação do modelo.

		Cenário Anterior	Aplicando o Modelo				
Ano	Mês		Previsão	Almox.	Real	Estoque	
		Compra	Consumo	Compra	Consumido	Inicial	Final
2008	1	3.070	1.500	3.070	1.467	3.070	1.603
	2	0	798	0	556	1.603	1.047
	3	5.410	982	300	1.436	1.347	-89
	4	0	1.608	2.100	1.374	2.011	637
	5	0	1.513	1.300	1.680	1.937	257
	6	0	1.630	1.800	1.615	2.057	442
	7	2.340	1.295	1.300	1.132	1.742	610
	8	1.940	1.294	1.100	1.968	1.710	-258
	9	0	1.088	1.700	1.380	1.442	62
	10	2.200	1.910	2.200	1.860	2.262	402
	11	2.100	2.565	2.200	1.459	2.602	1.143
	12	0	394	0	477	1.143	666
2009	1	2.480	759	500	163	1.166	1.003
	2	0	1.206	600	1.326	1.603	277
	3	0	702	800	567	1.077	510
	4	3.680	1.165	1.100	1.093	1.610	517
	5	0	1.976	1.900	1.239	2.417	1.178
	6	2.080	1.836	1.100	1.800	2.278	478

Fonte: O autor.

Fica realmente claro que a imprecisão da demanda faz com que haja algumas distorções no estoque final de cada período, onde, na teoria do mundo perfeito, deveria haver sempre em seu final as 400 unidades de estoque de segurança.

Agora, na seqüência, o novo gráfico após a intervenção:

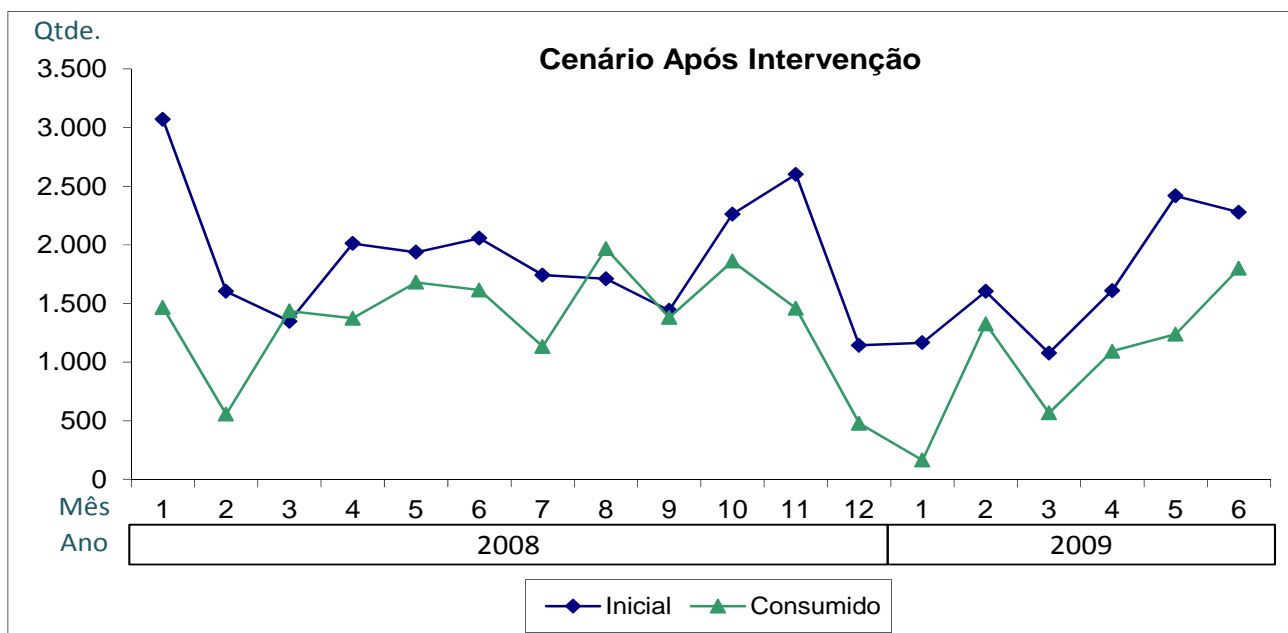


Figura 3: Comparação, após a intervenção, entre Estoque Inicial e Embalagens Consumidas num período de 18 meses.

Fonte: O autor.

Neste gráfico pode-se notar que a margem entre a previsão e o estoque inicial segue praticamente constante, exceto no final do ano de 2008 onde houve um pico de programação seguido de uma grande baixa, devido à crise financeira mundial, que estava em seu auge.

Com a aplicação do modelo, ocorreu por duas vezes a falta de embalagens. Porém como pode ser notada nos meses 03 e 08 de 2008, a previsão informada pelo cliente foi bastante inferior ao real recebido, superando inclusive os 23% do histórico de divergências, o que, certamente está acima da capacidade coberta pelo estoque de segurança.

4.5 Resultados Obtidos

Com a intervenção, foi possível reduzir o estoque inicial médio de 3.725 unidades por mês para 1.838 unidades/mês, ou seja, uma redução de 49%. A quantidade de embalagens total comprada no período de 18 meses também foi reduzida de 25.300 unidades para 23.070 unidades.

Em relação aos custos do cenário atual, o de Manutenção de Estoques por Ciclo está em torno de R\$ 402,96 por ciclo e o de Escassez por Ciclo em torno de R\$ 1.018,17. No cenário

atual ocorreram nove ciclos em 18 meses chegando a um Custo Total de R\$ 12.790,17 neste um ano e meio.

Já na situação proposta, depois de aplicado o Modelo Estocástico de Revisão Contínua, o custo de Manutenção de Estoques por Ciclo ficou em torno de R\$ 83,29 e o Custo de Escassez por Ciclo em R\$ 103,74. No cenário proposto ocorreram 16 ciclos em 18 meses totalizando os custos em R\$ 3.179,51.

5 CONCLUSÃO

Após a realização deste trabalho, foram diagnosticados problemas na anterior gestão de estoques, onde frequentemente eram encontrados níveis de estoques bem superiores que a previsão de demanda, fazendo com que os itens e o capital aplicado em sua compra ficassem parados por até 4 meses até serem de fato consumidos.

Além do alto tempo de consumo gerar custos desnecessários para a empresa, em torno de 76% além do necessário, estes altos índices de estoque causam falta de espaço para a estocagem destes itens e dificultam, também, a inclusão de novos itens neste estoque.

Com a aplicação do Modelo Estocástico de Revisão Contínua foi possível reduzir os níveis de estoque, atuando principalmente na redução do estoque de segurança, que tem estado próximo do colchão previsto de 400 unidades. A frequência de compra dos produtos também aumentou, ocorrendo agora de maneira mensal e em menor quantidade, porém, sempre suprindo a demanda.

REFERÊNCIAS

HILLIER, Frederick S. & LIEBERMAN, Gerald J. *Introdução à Pesquisa Operacional*. São Paulo: McGraw Hill, 2006.

ANDRADE, Leonardo Leopoldino de. *Introdução à Pesquisa Operacional - Métodos e Modelos para Análise de Decisão*. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

MOREIRA, Daniel A. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pioneira, 2000.

MARTINS, Petrônio G. & LAUGENI, Fernando P. *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2000.

CHOPRA, Sunil & MEINDL, Peter. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e Operação*. São Paulo: Pearson, 2006.

POZO, Hamilton. *Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais – Uma Abordagem Logística*. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, Petrônio Garcia & ALT, Paulo Renato Campos. *Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais*. São Paulo: Saraiva, 2000.

DAVIS, Mark M., AQUILANO, Nicholas J., CHASE, Richard B. *Fundamentos da Administração da Produção*. Porto Alegre: Bookman, 2001.