

MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUES DE MATÉRIAS-PRIMAS EM UMA INDÚSTRIA DE FILMES PLÁSTICOS

Ana Paula Fedel

Orientador: Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Faculdade de Engenharia Civil
Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

O objetivo deste trabalho é demonstrar a possibilidade de redução de custos de manutenção de inventário através de ferramentas teóricas do gerenciamento de estoques. O método é constituído por quatro passos: a classificação dos itens de inventário, a definição do sistema de revisão de estoque, o desenvolvimento de uma política de estoques e o estabelecimento do nível de serviço. O estudo baseou-se em uma empresa de grande porte do segmento de plásticos. Utilizando-se dos dados históricos de demanda das matérias-primas consumidas pela empresa, projetou-se o comportamento de estoque utilizando o modelo de gerenciamento atual e o modelo de gerenciamento proposto. Analisando essas projeções pôde-se verificar a redução do nível médio de estoque e a consequente redução nos custos de manutenção de inventário relacionados.

ABSTRACT

This paper aims to demonstrate inventory costs reduction by inventory management tools application in a plastic industry. The method is composed by four steps: classifying inventory items, signing a review system, developing an inventory policy and defining a service level. The company raw materials historic demand data was used to project inventory behavior applying the proposed model and in use model. By analyzing these projections it was possible to verify inventory average level reduction and the related inventory maintenance costs reduction as well.

1. INTRODUÇÃO

Entre os vários conceitos de logística existentes, o dimensionamento de estoque é teoricamente bem exposto na literatura atual e sua aplicação demonstra grandes benefícios em termos de ganho de capital, agilidade e racionalização das atividades. Algumas empresas, entretanto, relutam em adotar o dimensionamento de estoque através de técnicas e modelos matemáticos, utilizando assim critérios próprios, o que leva na maioria das vezes a resultados negativos.

Para estoques formados por múltiplos itens cuja demanda seja caracterizada como independente e aleatória; publicações de referência no campo da logística e gestão da cadeia de suprimentos indicam algumas questões principais para o gerenciamento de estoques (Ballou, 2006; Bowersox *et al*, 2007; Corrêa *et al*, 2009):

- segmentação de inventário: determinação do grau de importância de cada item para seleção dos itens mais relevantes;
- sistemas de revisão de inventário: indicação da frequência com que será feita a revisão do inventário;
- política de estoque: volume e frequência dos pedidos de reposição e localização dos estoques;
- objetivos em relação a custo e nível de serviço: indicação do nível pretendido de cobertura de estoque levando em consideração o custo envolvido.

Por meio dessas questões, busca-se criar um método de trabalho padronizado para gestão dos níveis de estoque existentes atualmente e para redução dos custos de manutenção desses estoques para a indústria do segmento de plásticos em análise.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conteúdo da revisão bibliográfica é formado pelo detalhamento dos conceitos e técnicas de gerenciamento de estoques selecionados para fundamentação do método.

O termo estoque pode ser definido como “o acúmulo de recursos materiais em um ponto de um sistema de transformação decorrente de uma diferença entre a taxa de fornecimento e a taxa de demanda de um determinado item”. (Slack *et al*, 2002)

Sendo o estoque um acúmulo de recursos materiais, ele representa ativos da empresa que devem ser geridos de modo a proporcionar os benefícios para os quais eles são dedicados e também de modo a reduzir os custos decorrentes de sua aquisição e manutenção.

2.1. Sistemas de revisão de inventário

Os sistemas de revisão de inventário são classificados em dois tipos: sistema de revisão contínua e sistema de revisão periódica. Em um sistema de revisão contínua, o nível de estoque de um item é verificado toda vez que uma retirada de material é registrada. Desse modo, observa-se o estoque remanescente, e caso a posição de estoque seja julgada muito baixa, isto é, quando o estoque tem um valor igual ou abaixo do ponto de reposição, é efetuado em novo pedido para reabastecimento.

A posição de estoque inclui o estoque disponível do item mais os recebimentos programados, (os pedidos colocados e ainda não recebidos), subtraídos das solicitações de estoque ainda não atendidas. Quando a posição de estoque atinge o ponto de reposição, uma quantidade fixa do item é pedida; apesar da quantidade pedida ser fixa, o intervalo entre pedidos pode variar.

O sistema de revisão contínua apresenta a vantagem de utilizar tamanho do pedido de reposição constante, independentemente da variação na taxa de demanda. Essa abordagem, no entanto, consome bastante tempo pelo fato de exigir que o estoque seja checado continuamente, especialmente quando o número de retiradas é alto em relação ao nível médio de estoque.

O sistema de revisão ou reposição periódica considera a revisão do estoque em intervalos de tempo fixos. Assim, os pedidos são feitos em intervalos igualmente fixos e são emitidos de modo a devolver o estoque a um nível predeterminado. Assim, a quantidade de pedido poderá variar, e é calculada subtraindo-se o nível de estoque no momento do pedido da meta de estoque máximo, adicionando a quantidade de consumo esperada durante o *lead time*.

Os riscos associados ao sistema de revisão periódica são geralmente mais altos que os sistemas de revisão contínua, pois o tempo de resposta quando há variações bruscas na demanda, é maior. Neste caso costuma-se fixar um nível mais alto de estoque de segurança, minimizando assim a probabilidade de faltas. Apesar dessa desvantagem, o fato desse sistema não exigir uma verificação constante do inventário torna-o mais fácil e mais barato de operar.

2.2. Política de estoque

A política de estoque compreende as decisões relativas à quando emitir os pedidos de reposição e em qual quantidade, e também ao posicionamento geográfico do estoque. (Bowersox *et al*, 2007)

2.2.1. Decisão do volume de ressuprimento

A emissão de um pedido em uma empresa envolve tanto os custos permanentes do escritório de fazer e receber pedidos, quanto os custos relativos ao transporte desses materiais. A aquisição de lotes maiores, conseqüentemente em menor frequência, facilita a amortização desses custos entre cada unidade de item.

Em contrapartida, à medida que adquirimos um maior volume de material por pedido, o estoque médio aumenta, o que contribui para o aumento dos custos de manutenção de estoque. Os custos de manutenção de estoque envolvem tanto os gastos com armazenagem e manuseio de materiais, quanto os custos relativos ao capital empregado em estoque, seja pelos rendimentos de investimentos não realizados, seja pelos juros sobre dívidas obtidas para financiamento desses estoques.

O custo total de estoque será formado pela soma dos custos de aquisição e de manutenção de estoques. O custo de aquisição é calculado multiplicando-se a quantidade de pedidos emitida no ano por seu custo individual. O custo de manutenção de estoque é calculado multiplicando-se o nível médio de estoque pelo custo unitário de manutenção de estoque (Gitman, 2001).

O nível médio de estoque pode ser obtido pela expressão $Q/2$, visto que o nível máximo de estoque ocorrerá no momento da reposição quando o volume de estoque será a quantidade de itens recebida através do pedido, e o nível mínimo de estoque ocorrerá no momento imediatamente anterior à reposição, quando o estoque chega a zero, assim:

$$\text{Nível Médio de Estoque} = (E_{\text{máx}} + E_{\text{mín}})/2 = (Q-0)/2 = Q/2 \quad (1)$$

em que $E_{\text{máx}}$: Estoque máximo [Un];
 $E_{\text{mín}}$: Estoque mínimo [Un];
 Q : Quantidade por pedido [Un].

O custo total anual de estoque será então obtido da seguinte maneira:

$$CT = \left(\frac{D}{Q} \times S\right) + \left(\frac{Q}{2} \times C\right) \quad (2)$$

em que CT : Custo total de estoque [\$];
 D : Demanda anual [Un];
 S : Custo médio de emissão de pedido [\$/Un];
 C : Custo para manter uma unidade em estoque durante um ano [\$/Un];
 Q : Quantidade por pedido [Un].

Na figura 1 está representada graficamente a variação dos custos conforme volume de pedido. Podemos verificar através curva dos custos anuais de manutenção em estoque, que há um aumento dos custos de manutenção proporcional ao aumento na quantidade de material solicitada em cada pedido. Já a curva dos custos anuais de pedido apresenta uma tendência de queda em função do número de unidades de material por pedido.

Observando a curva dos custos anuais totais verificamos um conceito importante no planejamento de estoques: para todo material mantido em estoque existe uma quantidade

ótima do pedido em que os custos anuais totais de estocagem atingem um mínimo. Essa quantidade, chamada lote econômico, é a quantidade em que os custos de manutenção e de aquisição se igualam. (Gitman, 2001)

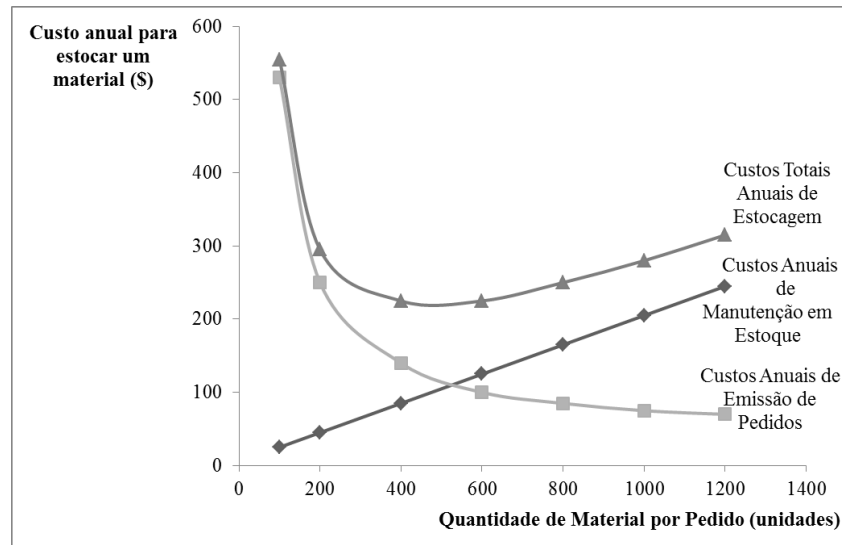


Figura 1: Curva de custos de estocagem em relação a quantidades de pedido
 Fonte: Adaptado de Gaither e Frasier, 2002

Para encontrarmos a quantidade Q que minimize todos os custos relevantes, devemos primeiro fazer a notação de fórmula que indique a soma dos custos totais:

$$CT = \left(\frac{D}{Q} \times S\right) + \left(\frac{Q}{2} \times C\right) \quad (2)$$

Derivando essa expressão em relação a Q temos que o ponto de custo mais baixo ocorrerá quando $dCt/dQ = 0$, isto é:

$$0 = -\left(\frac{DS}{Q^2}\right) + \left(\frac{C}{2}\right) \quad (3)$$

Rearranjando essa expressão:

$$Q = LEC = \sqrt{\frac{2SD}{C}} \quad (4)$$

em que LEC : Lote econômico de compra [Un];

O lote econômico representa um bom ponto de partida para muitos sistemas de estoque e também auxilia os gerenciadores a focar a atenção em melhorias como a redução dos parâmetros de custo que compõem os custos totais de estoque. Para os casos, entretanto, em que o modelo de revisão não permite a utilização do lote econômico de compra, a reposição a um nível máximo estabelecido pode ser considerada; nesses casos o estoque máximo pode ser calculado utilizando a seguinte expressão:

$$Emáx = Cm \times (LT + PR) \quad (5)$$

em que Emáx: Estoque máximo calculado [Un];
 Cm: Consumo médio por período [Un/Unidade de tempo];
 LT: *Lead time* [Unidade de tempo];
 PR: Período de revisão [Unidade de tempo].

Assim, verificando-se a posição de estoque em cada período de revisão, os pedidos são emitidos com volume correspondente ao complemento da posição de estoque ao estoque máximo estabelecido.

2.2.2. Decisão do momento de ressuprimento

Utilizando o lote Econômico de compra podemos chegar a uma expressão lógica em que o intervalo entre pedidos é chamado intervalo ótimo de compra.

A duração de um ciclo de reposição (T) é o inverso da frequência de colocação de pedidos. Quando utilizamos o lote econômico de compras, a frequência de colocação de pedidos será a demanda anual dividida pelo lote econômico de compras, Assim para o intervalo ótimo de compra temos:

$$T = LEC/D = \text{raiz}[2(S \times D)/C]/D = \text{raiz}[2S/(C \times D)] \quad (6)$$

2.3. Segmentação de inventário

O uso de técnicas de segmentação de inventário oferece uma plataforma de gestão que reconhece que diferentes técnicas de gerenciamento são necessárias para itens com diferentes perfis.

A análise ABC é uma técnica de segmentação na qual classificamos os itens em três categorias de acordo com seu papel na composição do valor de estoque (Ritzman e Krajewski, 2004). Com essa técnica, busca-se identificar os itens de maior valor, de modo que a atenção seja concentrada nesses itens.

Inicialmente, multiplica-se o valor unitário do item por sua demanda anual. Esse valor é então classificado de maneira decrescente. Os itens cuja soma representem 80% do valor total serão identificados como A. São os poucos itens de alto impacto que requerem maior atenção e revisão em seu gerenciamento. Os itens cuja soma represente 15% do valor total serão identificados como B. São itens de impacto moderado e podem ter controle automatizado com gerenciamento pela exceção, isto é, atenção especial apenas para alguns itens mais críticos. Finalmente, os itens cuja soma represente 5% do valor total serão identificados como C. Os itens tipo C representam a maioria do número de itens que tem menor impacto e seu controle deve ser o mais simples possível a fim de reduzir a atenção e tempo de gerenciamento sobre eles. (Ritzman e Krajewski, 2004)

Geralmente os itens classificados como A serão apenas 20% da quantidade de itens. Vide representação gráfica na figura 2:

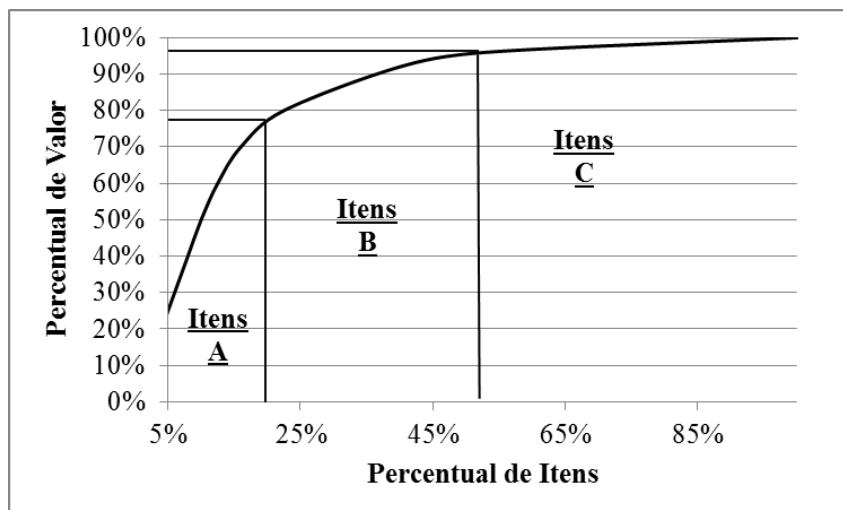


Figura 2: Representação gráfica da classificação ABC

Fonte: Adaptado de Ritzman e Krajewski, 2004

Os fatores mais comumente observados para determinar um sistema de classificação de estoque são o uso anual e o valor, entretanto, podem ser utilizados outros critérios como por exemplo (Slack *et al*, 2002):

- Conseqüência da falta de estoque: alta prioridade deve ser dada aos itens que atrasariam mais seriamente ou interromperiam outras operações se não estivessem disponíveis no estoque.
- Incerteza de fornecimento: alguns itens, mesmo de baixo valor, podem demandar mais atenção se seu fornecimento é incerto.
- Alta obsolescência ou risco de deterioração: os itens que perdem seu valor por obsolescência ou deterioração podem merecer atenção e monitoração extra.

2.4. Objetivos em relação a custo e nível de serviço

Dentre os objetivos de um sistema de gestão de estoques está garantir a disponibilidade de material para atendimento da demanda estabelecida, porém, também está a redução dos custos envolvidos com esse grau de disponibilidade. Assim, busca-se atingir um ponto de equilíbrio, estabelecendo-se o nível de atendimento esperado baseado na probabilidade de falta de material com o estoque dimensionado. Esse nível de atendimento, chamado nível de serviço, pode ser definido como:

$$\text{Nível de serviço} = 1 - \text{Probabilidade de falta de estoque} \quad (7)$$

A probabilidade de falta de estoque calcula-se pela razão entre o número esperado de unidades faltantes e a demanda anual total. O nível de serviço é normalmente especificado; por exemplo, ao estabelecer-se um nível de serviço de 95% ou 0,95, a probabilidade de falta de estoque será de 0,05, ou seja, 5%. (Ballou, 2006)

2.4.1. Estoque de segurança

O estoque de segurança é dimensionado com o intuito de proteger o estoque contra faltas devido a variações na demanda e no *lead time*.

Ao seleccionar-se o estoque de segurança, geralmente assume-se que a demanda durante o intervalo de entregas possui distribuição normal, isto é uma distribuição em forma de sino, na qual o resultado é a soma de uma grande quantidade de influências, cada uma das quais se distribuindo de forma aleatória.

A demanda média durante o *lead time* é a linha central da distribuição, sendo que 50% da demanda estarão abaixo da demanda média e 50% da demanda estarão acima da demanda média. Assim, caso o estoque de segurança seja nulo, a probabilidade é de que o estoque seja suficiente para atender 50% da demanda durante o período de reposição.

Para proporcionar uma cobertura maior do que 50% devemos calcular o estoque de segurança multiplicando o número de desvios-padrão em relação à média da distribuição pelo fator de serviço relacionado ao nível de atendimento esperado.

Assim:

$$E_{seg} = z \times \sigma \quad (8)$$

em que E_{seg} : Estoque de segurança [Un];
 z : Fator de serviço a partir do nível de serviço almejado [Adimensional];
 σ : Desvio-padrão da demanda [Un].

No caso do desvio da demanda e *lead time* referirem-se a periodicidades diferentes:

$$E_{seg} = z \times \sigma \times \text{raiz}(LT/PP) \quad (9)$$

em que LT : *Lead time* [Unidade de tempo];
 PP : Periodicidade à qual se refere o desvio-padrão [Unidade de tempo];

Para dimensionarmos o estoque de segurança necessário para cobertura de estoque quando há variação no *lead time*, utilizamos como base o mesmo raciocínio anterior:

$$E_{seg} = z \times \sigma_{LT} \times D \quad (10)$$

em que σ_{LT} : = Desvio-padrão referente à distribuição dos *lead times* [Unidade de tempo];

Nos casos em que temos variabilidade tanto na demanda quanto no *lead time*, calculamos o desvio combinado com a seguinte equação:

$$\sigma_C = \text{raiz}[(D^2 \times \sigma_{LT}^2) + (LT \times \sigma_D^2)] \quad (11)$$

3. METODO

O método utilizado para desenvolvimento deste trabalho obedeceu a sequência abaixo:

1.º Passo - Revisão bibliográfica sobre ferramentas de gestão de estoques: Pesquisa a respeito das técnicas de gerenciamento de estoque e seleção das principais ferramentas aplicáveis ao objeto de estudo.

2.º Passo - Segmentação de inventário: Classificação dos itens hoje consumidos conforme método ABC. Para os itens classificados como A, isto é, que corresponderem a aproximadamente 80% do valor de estoque, são definidos os demais passos para o sistema de gestão de estoques.

3.º Passo - Definição do sistema de revisão de inventário: Escolha entre os sistemas de revisão contínuo ou periódico de acordo com as características de demanda e de fornecimento, e considerando também as limitações dos processos de inventário e sistemas de informações.

4.º Passo - Definição da política de estoque: Cálculo de estoque máximo e quantidades por pedido conforme sistema de ciclo de reabastecimento considerando reposição de estoque ao nível máximo estabelecido. Cálculo da periodicidade de entregas com base no intervalo ótimo de compra.

5.º Passo - Definição dos objetivos de nível de serviço: Indicação de valores possíveis de nível de serviço e cálculo dos respectivos estoques de segurança. Simulação do comportamento do estoque no período em que os dados foram coletados para cada nível de serviço indicado e cálculo do custo do nível médio de estoque para cada caso. Comparação entre as ocorrências de falta de estoque e os custos envolvidos e escolha do nível de serviço e, conseqüentemente estoque de segurança, mais adequado.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1. Perfil da empresa

O estudo aborda o sistema de gestão de estoques de matérias-primas de uma indústria multinacional produtora de filmes plásticos com três plantas de produção, sendo duas localizadas no Brasil e uma na Argentina. A empresa tem capacidade produtiva de 127.000 t/ano, atendendo os mercados nacional e internacional, sendo a quinta maior indústria de seu setor.

Hoje a produção de filmes plásticos atende os segmentos gráfico, de rótulos e etiquetas, embalagens e outras aplicações industriais como fitas adesivas.

4.2. Perfil do produto

O filme plástico é composto de resinas poliméricas que formarão a base do filme, e aditivos específicos que, em geral aplicados em pequenas quantidades, farão alterações em suas características, melhorando propriedades mecânicas e visuais. Esses aditivos são em sua maior parte de origem importada e sua demanda variará de acordo com a demanda dos tipos de filme específicos nos quais é necessária sua aplicação.

Os fornecedores de aditivos estão concentrados nos países México, Bélgica, França e Estados Unidos; e o fornecimento em geral ocorre via transporte marítimo contaneirizado.

4.3. Desenvolvimento da aplicação

Para o desenvolvimento da aplicação serão obedecidos os passos do método estabelecido. O sistema de gestão focará apenas o estoque e consumo das plantas nacionais da empresa.

4.3.1. Segmentação do estoque

A matriz de matérias-primas é composta por 25 itens, sendo que o material de maior participação no consumo, a resina base, não será tratada nesse estudo. Isto ocorre devido a particularidades no processo de aquisição que não permitem a aplicação das técnicas mencionadas. Os 24 itens restantes foram classificados pelo método ABC.

Foi verificado o consumo mensal de cada item entre os anos de 2008 e 2010. A média de consumo do período foi valorizada com base no preço de aquisição atual e a seguir foi verificada a participação de cada item no valor de consumo total. Abaixo segue tabela com a porcentagem de participação em valor e consumo dos materiais que representam 80 % em valor de consumo:

Tabela 1: Itens de classificação “A” e sua participação em consumo e valor de consumo

Item	Participação no estoque em consumo	Consumo médio mensal (kg)	Vlr x Consumo Médio (USD.kg)	Participação no estoque em valor
Item A	24,83%	170.987,28	458.245,91	23,4%
Item B	24,70%	170.117,42	377.660,67	19,3%
Item C	16,67%	114.800,59	307.665,59	15,7%
Item D	10,77%	74.162,61	178.731,88	9,1%
Item E	1,86%	12.785,32	86.173,08	4,4%
Item F	3,07%	21.169,35	75.362,89	3,8%
Item G	2,73%	18.826,54	68.905,13	3,5%

Fonte: Elaboração própria

Esses itens representam aproximadamente 85% da quantidade de consumo e cerca de 30% do total de itens.

4.3.2. Sistema de revisão de inventário

A seleção do sistema de revisão de inventário deve levar em conta a aplicabilidade das premissas de cada sistema de revisão ao cenário da empresa. Na tabela 2 estão indicados os pontos principais de cada sistema, e características da empresa em estudo.

A partir dessas informações, verifica-se que o sistema de revisão periódico é o mais adequado, e trará menor impacto à rotina da empresa. Também pode ser adotado o período de revisão mensal, pois se verifica que há consistência de dados no fechamento de mês.

Tabela 2: Características dos sistemas de revisão de inventário vs. características da empresa

Sistema de revisão periódico	Sistema de revisão contínuo	Empresa
Informação dos níveis de estoque apenas em determinados momentos	Reporte de estoque transacional	O sistema informatizado opera em modo transacional e permite a atualização contínua do estoque, porém processos como alimentação de notas fiscais, apontamento de consumo pela produção e entrega fábrica virtual não são imediatos.
Pedidos feitos no período de revisão	Decisão de estoque a cada nova informação	A maior parte dos fornecedores exige um volume mínimo de pedido, que muitas vezes é o volume de um container.
Períodos de revisão são agendados e consistentes	Revisão de estoque a cada movimentação	Existe maior confiabilidade nas informações de fechamento de mês. A empresa conta com uma única pessoa exercendo a atividade de controle de inventário, sendo que a revisão contínua do estoque poderia sobrecarregar suas funções.

Fonte: Elaboração própria

4.3.3. Política de estoque

Estando determinado que a revisão do estoque seja feita mensalmente, a colocação de pedidos será igualmente feita em período mensal, quando julgar-se necessário. Os pedidos serão feitos considerando a reposição do estoque ao nível máximo estabelecido, porém as entregas serão divididas de modo que os volumes respeitem o lote econômico de compra. Para o cálculo do nível máximo de estoque temos:

Tabela 3: Cálculo de estoque máximo

Item	Consumo médio mensal (kg)	Lead time (meses)	Período de Revisão (meses)	Estoque máximo calculado (kg)
Item A	170.987,28	2	1	512.961,84
Item B	170.117,42	2	1	510.352,25
Item C	114.800,59	2	1	344.401,78
Item D	74.162,61	2	1	222.487,82
Item E	12.785,32	2	1	38.355,97
Item F	21.169,35	2	1	63.508,06
Item G	18.826,54	2	1	56.479,61

Fonte: Elaboração própria

As projeções de quantidade solicitada por pedido e evolução de estoque considerando a demanda do ano de 2010 estão indicadas nas tabelas 4 e 5 abaixo. Para a projeção mencionada, os pedidos não atendidos no período são considerados perdidos.

Tabela 4: Projeção de pedidos em kg para o ano de 2010 conforme nova política de estoque

Período/Item	Item A	Item B	Item C	Item D	Item E	Item F	Item G
jan/10	175.711,26	192.409,52	131.586,09	122.976,03	14.443,26	15.698,79	24.257,58
fev/10	195.000,51	199.191,53	159.389,74	59.264,81	16.011,66	15.241,38	27.919,12
mar/10	30.469,20	6.829,55	19.760,20	0,00	1.487,51	13.094,65	0,00
abr/10	173.612,54	158.152,18	146.729,13	57.097,85	13.948,71	19.994,37	8.337,88
mai/10	190.461,94	156.752,65	125.609,93	69.490,31	13.743,77	29.448,34	19.934,38
jun/10	178.312,37	184.521,59	133.916,93	64.114,38	13.154,36	18.903,62	22.427,66
jul/10	168.790,14	204.566,44	128.378,70	69.141,79	14.002,62	25.954,48	20.747,60
ago/10	188.367,02	148.329,70	71.145,95	72.367,40	12.426,55	20.066,71	16.074,27
set/10	165.362,12	147.326,28	140.558,36	64.005,71	13.075,94	22.559,95	13.509,98
out/10	151.985,29	144.338,12	108.275,97	58.811,87	10.546,39	12.939,32	16.483,73
nov/10	188.153,81	155.695,64	124.960,05	127.489,56	14.308,81	21.140,51	22.791,92
dez/10	127.107,30	120.212,98	13.626,76	42.664,16	8.232,13	14.621,81	15.404,52

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5: Projeção de saldo de estoque para o ano de 2010 conforme nova política (kg)

Período/Item	Item A	Item B	Item C	Item D	Item E	Item F	Item G
jan/10	113.879,58	146.179,00	18.522,70	106.124,56	6.908,09	15.177,65	20.222,62
fev/10	118.418,15	188.617,87	52.302,52	95.899,06	9.175,98	970,70	28.207,36
mar/10	-29.425,02	10.925,82	-61.854,21	31.784,68	-2.490,87	-4.838,26	5.779,70
abr/10	-24.602,61	-35.488,43	-43.503,78	19.740,75	-2.544,78	-10.798,37	-6.630,03
mai/10	-22.507,68	-27.065,47	10.960,20	16.863,66	-1.227,56	-1.416,74	-2.769,92
jun/10	-9.557,43	10.129,84	4.318,77	16.972,32	-1.149,14	-5.073,08	6.147,76
jul/10	7.247,42	70.358,16	24.421,49	27.302,23	2.307,09	7.942,08	10.411,63
ago/10	7.460,63	62.992,21	-29.392,61	-27.819,92	424,83	6.868,28	3.693,97
set/10	45.715,44	90.105,51	97.538,99	-6.478,38	5.268,65	14.806,42	1.799,44
out/10	-8.381,13	24.623,55	112.204,05	-39.690,04	1.594,99	1.846,52	-6.635,26
nov/10	-12.041,09	-5.920,71	104.934,21	15.732,22	702,89	6.008,92	-1.325,32
dez/10	-52.761,43	-44.565,69	-23.940,02	8.797,49	-5.334,28	-5.356,88	4.795,99

Fonte: Elaboração própria

Considerando a periodicidade de entregas com base no período econômico de compras, verificamos que para alguns itens, as entregas podem ocorrer mensalmente, e para outros quinzenalmente.

Como não está sendo utilizado o sistema de revisão contínuo, a periodicidade de entregas calculada pode servir como referência em especial para os itens cuja periodicidade indicada é quinzenal, pois contribuiria para a redução dos estoques dentro do período.

Tabela 6: Cálculo do intervalo econômico de compra

Item	Demanda Média Anual (kg)	Consumo médio mensal (kg)	Custo de pedido (R\$/pedido)	Custo de estoque (R\$/kg)	LEC (kg)	Qtd para 1 container de 40' (kg)	Qtd para 1 container de 20' (kg)	LEC ajustado (kg)	T (dias)
Item A	2.051.847,36	170.987,28	1.541,85	1,16	73.854,95	24.750,00	-	74.250,00	13
Item B	2.041.409,01	170.117,42	1.477,94	1,02	76.914,52	25.500,00	-	76.500,00	14
Item C	1.377.607,12	114.800,59	1.541,85	1,16	60.515,94	24.750,00	13.750,00	63.250,00	17
Item D	889.951,26	74.162,61	1.200,69	1,08	44.483,78	20.000,00	-	40.000,00	16
Item E	153.423,89	12.785,32	1.200,69	2,38	12.441,95	-	-	12.375,00	29
Item F	254.032,23	21.169,35	1.200,69	1,42	20.726,72	-	-	20.000,00	29
Item G	225.918,50	18.826,54	1.200,69	1,45	19.342,93	-	-	19.500,00	32

Fonte: Elaboração própria

4.3.4. Definição dos objetivos de nível de serviço

Os itens selecionados para o sistema de gestão deste estudo são de importância muito grande para a continuidade da produção da empresa. O *lead time* é relativamente alto e a revisão do inventário, conforme definido, não é contínua, levando a uma capacidade de resposta reduzida em caso de faltas.

Faz-se necessário definir um estoque de segurança que promova um nível de serviço elevado, sendo selecionados para análise os níveis de 95, 97 e 99%.

Tabela 7: Cálculo do estoque de segurança

Item	Consumo médio mensal (kg)	Desvio-padrão de consumo (kg)	Estoque de segurança para NS = 95%	Estoque de segurança para NS = 97%	Estoque de segurança para NS = 99%
Item A	170.987,28	40.562,49	115.571,61	132.081,84	163.345,90
Item B	170.117,42	41.963,91	119.564,55	136.645,20	168.989,41
Item C	114.800,59	34.864,57	99.336,94	113.527,93	140.400,24
Item D	74.162,61	24.603,15	70.099,87	80.114,14	99.077,33
Item E	12.785,32	2.973,85	8.473,17	9.683,63	11.975,76
Item F	21.169,35	6.241,83	17.784,36	20.324,99	25.135,95
Item G	18.826,54	5.991,12	17.070,04	19.508,62	24.126,35

Fonte: Elaboração própria

Selecionou-se o nível de 97% pois se verificou apenas um episódio de não atendimento de demanda entre todos os itens durante o ano de 2010, utilizando o nível de estoque calculado para esse nível de atendimento. Utilizando-se o nível de atendimento de 99%, obteve-se cobertura plena de estoque no ano de 2010, porém o volume em estoque ficou relativamente muito mais elevado. Considerou-se, portanto, o nível de 97% como o melhor compromisso entre quantidade de material em estoque e atendimento da demanda.

A projeção de saldo de estoque considerando a aplicação do estoque de segurança com nível de atendimento de 97% à política anteriormente determinada pode ser verificada na tabela 8.

Tabela 8: Projeção de saldo de estoque (kg) para o ano de 2010 conforme nova política com a inclusão de estoque de segurança

Período/ Item	Item A	Item B	Item C	Item D	Item E	Item F	Item G
jan/10	188.622,64	215.698,96	69.686,02	106.124,56	10.155,39	35.502,64	22.164,28
fev/10	193.161,21	258.137,84	103.465,83	136.387,62	12.423,28	21.295,69	33.294,87
mar/10	102.656,82	147.571,02	51.673,72	101.559,97	7.192,76	15.486,73	10.867,21
abr/10	78.054,21	101.156,77	8.169,94	99.855,15	4.647,98	4.688,35	12.878,59
mai/10	55.546,53	74.091,29	19.130,14	96.978,06	3.420,43	3.271,61	10.108,67
jun/10	45.989,10	84.221,13	12.488,71	97.086,72	2.271,29	-1.801,48	16.256,44
jul/10	82.661,54	144.449,45	94.445,65	107.416,63	7.069,24	12.780,34	20.520,30
ago/10	107.477,36	172.571,94	84.135,32	52.294,48	7.731,76	22.504,91	20.432,67
set/10	168.239,85	226.750,71	181.674,31	45.816,10	13.803,14	31.859,80	21.308,06
out/10	123.700,71	161.268,75	196.339,37	6.126,06	11.278,62	22.171,51	12.873,36
nov/10	111.659,61	130.724,49	189.069,53	21.858,29	10.386,52	26.333,91	11.548,04
dez/10	58.898,19	86.158,80	89.587,91	42.743,48	4.349,35	14.968,11	16.344,02

Fonte: Elaboração própria

4.4. Comparativo com a gestão atual

Considerando o nível médio de estoque para a projeção de estoque para o modelo atual e para o novo modelo para o ano de 2010, podemos verificar uma significativa redução de custo.

Na tabela 9 verificamos a redução em custo de manutenção de estoque por item e também a redução média com base no custo total. Observa-se que, com a redução do nível médio de estoque, reduzimos significativamente o custo de manutenção de estoque associada, o que representaria uma economia anual de aproximadamente novecentos mil reais.

O item que mais proporcionou impacto na redução total de custos foi o Item A, pois sendo o item de maior consumo, o superdimensionamento de estoque promovido pelo modelo anterior resultou em uma redução proposta em uma escala maior que para os outros itens. Como exemplo comparativo para esse item, podemos observar a figura 3, onde está representado graficamente o comportamento de estoque no ano de 2010 para os dois modelos.

Tabela 9: Comparativo de custos de manutenção de estoque para o ano de 2010

Item	Custo de estoque (R\$/kg)	Nível médio de estoque para modelo atual (kg)	Nível médio de estoque para modelo proposto (kg)	Custo anual de manutenção de estoque para modelo atual(R\$)	Custo anual de manutenção de estoque para modelo proposto(R\$)	Redução em custo
Item A	1,16	343.794,94	109.722,32	398.802,13	127.277,89	68,1%
Item B	1,02	335.240,23	150.233,43	341.945,03	153.238,10	55,2%
Item C	1,16	272.291,06	91.655,54	315.857,63	106.320,42	66,3%
Item D	1,08	174.104,23	76.187,26	188.032,57	82.282,24	56,2%
Item E	2,38	27.149,87	7.894,15	64.616,69	18.788,07	70,9%
Item F	1,42	40.337,22	17.421,84	57.278,85	24.739,02	56,8%
Item G	1,45	45.598,28	17.383,04	<u>66.117,51</u>	<u>25.205,41</u>	<u>61,9%</u>
Total				1.432.650,41	537.851,15	62,5%

Fonte: Elaboração própria

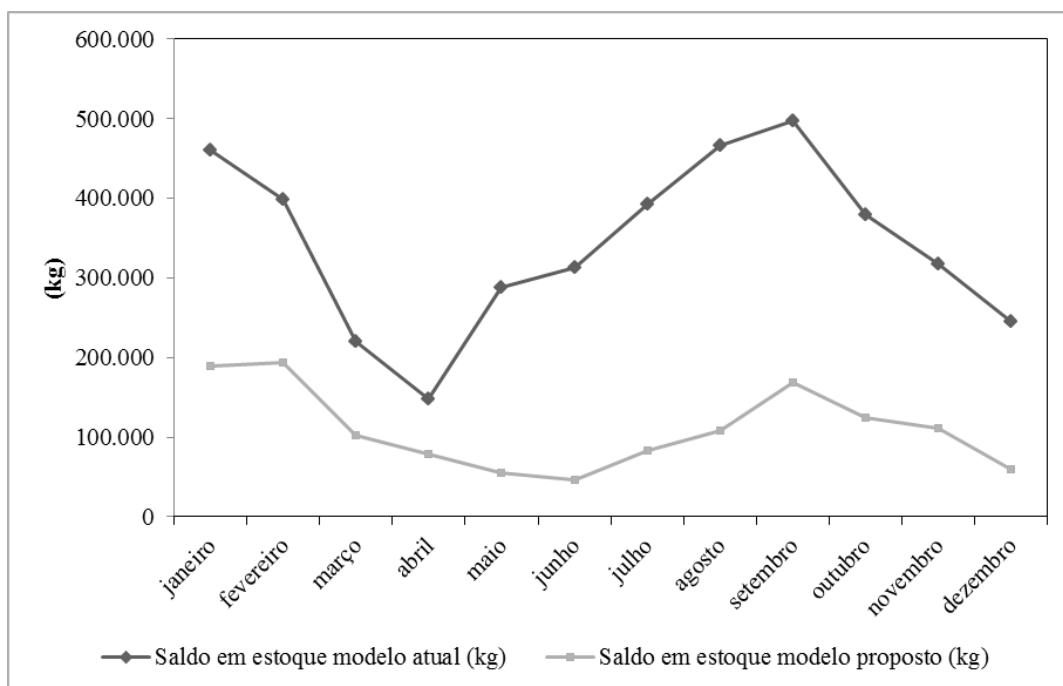


Figura 3: Gráfico comparativo do saldo em estoque no final de cada período para o item A para os dois modelos de gestão

Fonte: Elaboração própria

Adicionalmente, foi realizado o cálculo comparativo dos custos de pedido e posteriormente do custo total de estoque para cada item (tabela 10). Verifica-se que, mesmo havendo um aumento do custo de pedido por item, o impacto é pequeno em relação ao custo total de estoque, mantendo-se praticamente o ganho observado em relação ao custo de manutenção de estoque.

Tabela 10: Comparativo de custos de pedido e total de estoque para os modelos atual e proposto

Item	Quantidade de pedidos 2010 - Modelo anterior	Quantidade de pedidos 2010 - Modelo Proposto	Custo por pedido (R\$/pedido)	Custo de pedido 2010 para o modelo anterior (R\$)	Custo de pedido 2010 para o modelo proposto (R\$)	Custo total de estoque 2010 para o modelo anterior (R\$)	Custo total de estoque 2010 para o modelo proposto (R\$)
Item A	11	12	1.541,85	16.960,35	18.502,20	415.762,48	145.780,09
Item B	10	12	1.477,94	14.779,40	17.735,28	356.724,43	170.973,38
Item C	11	12	1.541,85	16.960,35	18.502,20	332.817,98	124.822,62
Item D	10	12	1.200,69	12.006,90	14.408,28	200.039,47	96.690,52
Item E	12	12	1.200,69	14.408,28	14.408,28	79.024,97	33.196,35
Item F	10	12	1.200,69	12.006,90	14.408,28	69.285,75	39.147,30
Item G	10	11	1.200,69	12.006,90	13.207,59	78.124,41	38.413,00
Total				99.129,08	111.172,11	1.531.779,49	649.023,26

Fonte: Elaboração própria

5. CONCLUSÃO

Este trabalho respondeu as questões inicialmente observadas para uma melhor gestão dos níveis de estoque de uma empresa do segmento de produtos de plásticos.

Sendo a matriz de estudo composta por 24 categorias de produtos, a visão do gestor estaria comprometida com muitos itens, o que tornaria a redução de estoques arriscada. Por meio da classificação ABC, o sistema solicita foco do gestor em apenas sete dos vinte e quatro itens; sendo que para os outros é possível manter o estoque com maior cobertura e, conseqüentemente com menor risco, sem que haja impacto relevante no custo de manutenção de inventário.

As projeções de demanda obtiveram maior consistência através da substituição da média móvel trimestral por uma média de consumo de três anos, pois as flutuações de demanda são absorvidas devido à extensão do período considerado.

Considerando-se apenas os fatores que promovem impacto no dimensionamento do estoque (tempo de entrega, tempo entre revisões de inventário e variabilidade na demanda), foi possível reposicionar o nível de estoque. Assim o estoque médio pôde ser reduzido sem que o atendimento da demanda fosse prejudicado.

Assim, verifica-se que, por meio das técnicas de gerenciamento de estoques é possível definir um sistema de gestão organizado, em que os critérios de decisão são estabelecidos a partir de ferramentas teóricas, obtendo assim significativos ganhos de capital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballou, R. H. (2006) *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial* (5ª ed.) Tradução de Raul Rubenich. Bookman, Porto Alegre.
- Bowersox, D. J. e D. J. Closs e M. B. Cooper (2007) *Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística* (2ª ed.) Tradução de Cláudia Mello Belhassof. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Corrêa, H. L. e I. G. N. Gianesi e M. Caon (2009) *Planejamento, Programação e Controle da Produção* (5ª ed.) Atlas, São Paulo.
- Gaither, N. e G. Frazier (2002) *Administração da Produção e Operações* (8ª ed.) Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. Pioneira Thomson Learning, São Paulo.
- Gitman, L.G. (2001) *Princípios da Administração Financeira* (2ª ed.) Tradução de Jorge Ritter. Bookman, Porto Alegre.
- Ritzman, L. P. e L. P. Krajewski (2004) *Administração da Produção e Operações* Tradução de Roberto Galman. Prentice Hall, São Paulo.
- Slack, N. e S. Chambers e R. Johnston (2002) *Administração da Produção* (2ª ed.) Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira e Fábio Alher. Atlas, São Paulo.