

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP  
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - IFCH  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO ECONÔMICO - DEPE  
CENTRO TÉCNICO ECONÔMICO DE ASSESSORIA EMPRESARIAL - CTAE**

## **ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUES**

**Miguel Juan Bacic**

**P<sup>2</sup> . 37.06.82-40/14**

**1982**

## ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUES

1 - O que são estoques: Podem ser definidos como mercadorias mantidas pelas firmas que se apresentam de diferentes formas:

a) - Estoque de matérias primas e materiais: mercadorias mantidas pela firma, não comprometidas ainda com o processo produtivo.

b) - Estoque de produtos em processo: materiais comprometidos com o processo de fabricação, mas que ainda não completaram o processo produtivo.

c) - Estoque de produtos acabados: produtos completos que estão aguardando venda.

d) - Estoque para revenda: mercadorias adquiridas já prontas, com o propósito de vendê-las sem qualquer processamento.

Trataremos aqui especialmente dos estoques de matérias primas.

2 - Função dos estoques: Funcionam com amortecedores entre o fluxo de entradas e o fluxo de saídas, originados pelas etapas de compra, produção e venda, permitindo que cada uma dessas etapas possa seguir sua velocidade ótima. Se não existissem estoques, as compras e a produção deveriam seguir rigidamente as vendas. Para a maioria das empresas isto seria impossível de acontecer por causa de uma série de fatores tais como:

- 1 - Prazos longos de entrega dos fornecedores.
- 2 - Quantidade mínima a serem adquiridas em cada compra.
- 3 - Atrasos nos prazos prometidos de entrega, etc.

A aplicação de fundos de estoques libera os processos de compra e produção da demanda, flexibiliza a administração da empresa, com o qual se garante:

- a) Possibilidade de obtenção de melhores preços de compra.
- b) Possibilidades de manter sempre alimentada a linha de produção.
- c) Não perder receitas de vendas por demora no atendimento dos pedidos.

3 - Objetivo da administração de estoques: A administração de estoques deve garantir a cobertura da demanda do setor produtivo, evitando paralisações na produção. Simultaneamente deve possibilitar uma elevada rotação de estoques para:

- 1 - Aumentar a taxa de retorno da empresa
- 2 - Liberar fundos para outras aplicações

A rotação de estoques é calculada da seguinte maneira:

$$\text{Rotação de estoques} = \frac{\text{Consumo anual}}{\text{Estoque médio}}$$

Ou seja, deverão ser minimizados custos por excesso ou por falta de estoques.

Nesse sentido deve ser levado em conta que o nível de fundos necessários para manter estoques varia em função de:

- 1 - Nível de produção
- 2 - Alterações no composto de vendas da empresa
- 3 - Alterações a especificação técnica do produto
- 4 - Prazo e pontualidade na entrega do item de matéria prima
- 5 - Alterações no preço das matérias primas
- 6 - Matéria prima de oferta sazonal

A correta gestão de estoques passa pela racionalização de especificação técnica dos produtos, o controle físico e por valor de cada item e a programação racional das compras de forma a garantir o fornecimento a preços compensadores e assegurando a máxima rotação possível. Desta maneira a empresa tem condições de reduzir suas necessidades de capital de giro com a conseqüente redução da utilização de capital de terceiros.

4 – Custos de manutenção de estoques: Existem dois tipos de custos:

a) - Que variam diretamente com o investimento em estoques

i) Custo do capital investido (Custo de oportunidade)

- valor investido em estoque
- valor investido em equipamento para armazenar e manusear o estoque
- valor investido em edifícios e instalações

ii) Custo do espaço ocupado

- depreciação, manutenção, aluguel
- impostos, seguros
- limpeza
- serviços auxiliares: iluminação, ventilação

iii) Custos dos serviços dos estoques

- imposto sobre os estoques
- mão de obra de recepção, expedição e almoxarifado
- mão de obra para registro e controle dos estoques

iv) Riscos

- de queda nos preços
- mudança na moda
- destruição, deterioração
- roubos

b) - Que variam inversamente ao volume de estoque (associados a uma falta de estoque que implica em perda de benefícios)

i) Perda de desconto por comprar em lotes pequenos

ii) Despesas por perturbações na produção por falta de estoques ou existência muito pequena

- horas extras

- ociosidade
  - maior tempo de preparação das máquinas
- iii) Vendas perdidas por falta de produtos acabados para atender pedidos
  - iv) Excessivas despesas de compras por compra em lotes muito pequenos

## 5 – Dimensionamento dos estoques

### 5.1. O lote econômico de compra

O problema de dimensionar corretamente o tamanho do pedido tem a ver com a existência das duas categorias de custos relacionados com o estoque, os proporcionais ao volume mantido (custo de armazenagem em geral) e os inversamente proporcionais a esse volume (custos de obtenção do pedido). Antes de calcular fórmulas gerais para o cálculo do lote econômico vamos resolver por tentativas um problema simples.

#### Solução por tentativas<sup>1</sup>

Uma empresa fabrica uma peça de usinagem especial. Tal peça utiliza matéria prima importada. A demanda anual é de 1.800 KG de matéria prima. Os custos envolvidos na fabricação e estocagem dos lotes são os seguintes:

- a) Custo de compra .....\$ 30.000 por lote.
- b) Taxa de juros sobre o capital médio em estoque .....12% ao ano.
- c) Taxa de armazenagem sobre o capital médio em estoque .... 18% ao ano.
- d) Custo da matéria prima ..... \$ 1.000 por Kg.

---

<sup>1</sup> Exemplo adaptado S. Zaccarelli. Programação e Controle da Produção. Pioneira, 1976.

Vejamos como variam por ano os custos totais em função do número de lotes comprados, supondo que a empresa comprará 1.800 Kg. num só lote, 900 se comprar dois lotes e assim sucessivamente.

Os custos totais anuais de cada alternativa de compra estão organizados na tabela abaixo:

(1) n. de compras p/ ano	(2) Qtde. a Comprar Kg.	(3) Custo de Compra (\$1000)	(4) Estoque médio p/ ano	(5) (5) = (4) . 1000 Capital médio aplicado em estoque (\$1000)	(6) (6) = 30% . (5) custo de estocagem (\$1000)	(7) Custo Total (\$1000) (3) + (6)	(8) (8) = $\frac{(7) \times 1000}{1800}$ Custo unitário
1	1.800	30	900	900	270	300	166,6
2	900	60	450	450	135	195	108,3
3	600	90	300	300	90	180	100,0
4	450	120	225	225	67,5	187,5	104,1
5	360	150	180	180	54	204	113,3

Podemos observar que os menores custos correspondem à compra de 3 lotes por ano. Comprar 600 Kg. por lote produz o mínimo custo porque, para esse valor, o custo de compra dos lotes se iguala ao custo inversamente proporcional ao número de lotes comprados (\$ 90.000).

Existem dois sistemas básicos para determinar quantitativamente o lote econômico de compra:

a) lote econômico com mínimo custo: supõe que o capital disponível é ilimitado, tenta dimensionar o pedido de forma que se maximize o lucro total (em Cr\$). O meio para obter essa maximização do lucro é a minimização do custo total, o qual está representado pela seguinte expressão:

$$CT = C^P D + C^A \cdot Q + C^P \cdot N \quad (1) \text{ onde}$$

CT = Custo Total Anual

CF = Custo fixo unitário de cada unidade (P. Ex. preço de compra por unidade)

D = Demanda (consumo) anual em quantidade

CA = Custo unitário médio de manutenção de estoque durante o ano

Q = Quantidade comprada de cada vez

N = Número de encomenda por ano =  $\frac{D}{Q}$

CP = Custo de obtenção ou de preparação do pedido.

Substituindo N em (1) :

$$CT = CF \cdot D + CA \cdot Q + CP \cdot \frac{D}{Q}$$

Derivando CT em relação a Q e igualando a zero para obter o mínimo, o lote econômico de compra com o mínimo custo (Qe) é:

$$Q_e = \sqrt{\frac{C \cdot P}{CA}}$$

CA pode expressar-se em função de CF, "i" (taxa de juros) e de "a" (taxa de armazenagem); comumente utiliza-se a seguinte relação:

$$CA = CF \frac{(i + a)}{2} = \frac{CF \cdot j}{2} \text{ então, } Q_e = \sqrt{\frac{2 C D}{CF \cdot j}}$$

Assim para o exemplo anterior:

Preço de compra unitário (CF) =	Cr\$ 1.000
(Cp) =	Cr\$ 30.000
(D) =	1.800 unidades
J = (i + a) =	30% ao ano

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \cdot 30.000 \cdot 1.800}{1.000 \cdot 0,30}} = \sqrt{360.000} = 600 \text{ unidades}$$

#### b) Lote econômico com máxima rentabilidade do capital

Este modelo supõe que o capital é escasso, e objetiva maximizar sua rentabilidade mesmo que o custo seja maior.

A rentabilidade (R) é

$$R = \frac{\text{Lucro no ano}}{\text{Capital empregado médio}}$$

O lucro no ano é igual à receita menos o custo total.

$$L = VD - CT$$

Onde: VD = Preço venda unitário x quantidade = receita total

CT = Custo total

$$L = VD - (C_F \cdot D + C_P \cdot \frac{D}{Q} + C_A \cdot Q)$$

Supondo que o capital empregado médio para imobilização em estoque é Q.K. onde K é uma constante.

$$R = \frac{VD - (C_F \cdot D + C_P \cdot \frac{D}{Q} + C_A \cdot Q)}{K \cdot Q}$$

$$R = \frac{(V - C_F) D}{K \cdot Q} - \frac{C_P \cdot D}{K \cdot Q^2} - \frac{C_A}{K}$$

Derivando R em relação a Q, igualando a zero temos o lote econômico de compra Q<sub>r</sub> que maximiza a rentabilidade do capital investido:

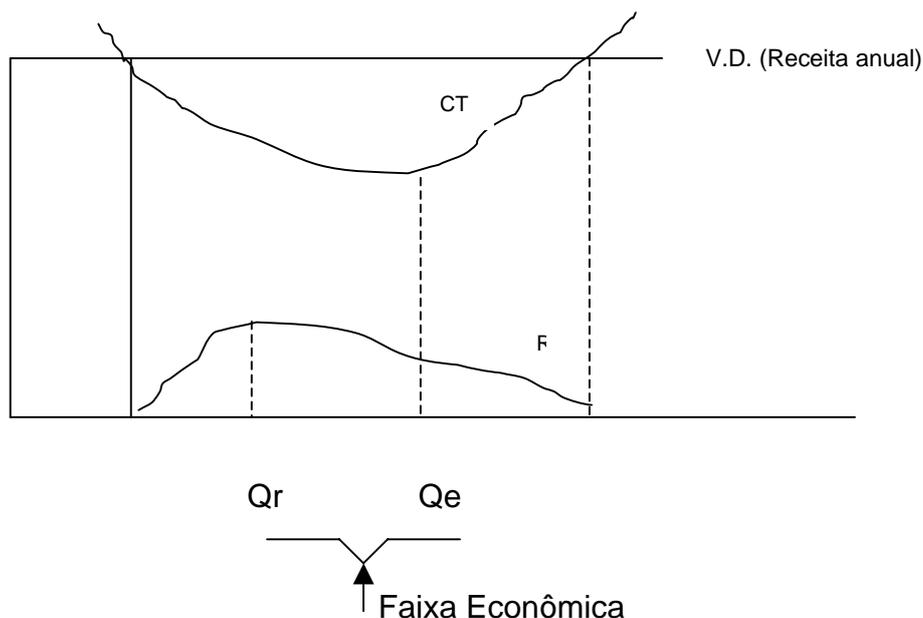
$$Q_r = \frac{2 \cdot C_P}{(V - C_f)}$$

Assim para o exemplo anterior, suponho V = Cr\$ 3.000,00 temos:

$$C_r = \frac{2 \cdot 30000}{3000 - 1000} = 30 \text{ unidades}$$

c) Faixa econômica

Na figura abaixo podemos ver o comportamento das curvas de custo total (CT) e de rentabilidade ( R )



Pode-se ver que a máxima rentabilidade é atingida com um lote de compras menor que com aquele que oferece mínimo custo. O critério de máxima rentabilidade é mais apropriado com o objetivo da empresa. O critério de mínimo custo só deve ser adotado para aquelas empresas sem restrição de capital. Por isso considera-se que podendo obter-se uma quantidade 'Q' maior que  $Q_r$  e menor que  $Q_e$  teremos ainda um critério razoável. Então a faixa econômica é:

$$Q_r \leq Q \leq Q_e$$

As dificuldades encontradas na determinação dos lotes econômicos pelos dois critérios são:

- a) lote econômico de mínimo custo: correta definição de  $C_P$ ,  $i$ ,  $a$ . Assim, por exemplo,  $C_P$  (custo de preparação de cada compra) é um conjunto de elementos fixos (p. ex. salário do comprador) dividido pelo número médio de compras realizadas num período, e de elementos variáveis (custo de um telefonema, custo de uma carta, etc.). Porém, uma vez calculado  $C_P$  e determinado o lote econômico de compra pelo mínimo custo, pode variar a quantidade de compra a ser realizada num período com o qual mudam os valores de  $C_P$ . Além do que, dado que na composição  $C_P$  por regra

geral, o que mais pesa é o custo da infra-estrutura do setor de compras, então, qual o sentido de tentar minimizar uma função de custo total tomando como base um componente fixo que não se alterará com o novo resultado?

A taxa "a" (taxa de armazenagem) é uma resultante da comparação entre a somatória dos custos (que em sua maior parte são fixos) que lhe são apropriados ao almoxarife num certo período, geralmente um ano, com o estoque médio de matérias primas existente na empresa naquele período. O cálculo da taxa "i" (taxa de juros) deve levar em conta o custo do capital próprio ou o de terceiros utilizado na empresa, ou o custo ponderado dos dois de acordo com a situação de financiamento da necessidade de capital de giro.

- b) lote econômico com máxima rentabilidade: em primeiro lugar vemos que seu cálculo não depende da demanda. Ou seja, tendo valores de  $C_p$ ,  $V$  e  $C_f$  iguais para dois itens de estoque, mesmo que a demanda seja muito diferente obter-se-á o mesmo resultado. Assim, em certos casos pode-se chegar a obter valores de  $Q_r$  tão baixos que impliquem na realização de várias compras por dia para o mesmo item de estoque o que inviabiliza sua utilização. Outro problema é a definição de  $V$  (preço de venda). O que fazer como uma matéria prima utilizada em vários produtos e com diferente composição no preço de custo de cada um deles?

Dado que o que interessa ao setor produtivo é a garantia de suprimento contínuo e o que interessa às finanças é a máxima rotação do estoque, pode-se, na prática, sem utilizar diretamente nenhuma das duas fórmulas de lote econômico, chegar a uma solução que permita compatibilizar os interesses dos dois setores, melhorando a utilização dos recursos da empresa e levando em conta as variáveis reais que afetam o processo de compra. Essa solução é um sistema simplificado de controle de estoques proposto mais adiante.

### Estoque de segurança

É uma reserva para cobertura de acontecimentos imprevisíveis, e sua importância quantitativa deve estar definida em função do item de estoque e do risco que se quer aceitar.

Na prática pode-se determinar o estoque de segurança ou proteção utilizando a seguinte expressão:

$$Es = H \cdot D \quad D = \text{Desvio Padrão}$$

H - é um fator que depende do risco admitido sendo representativo do comportamento do fornecedor, custo de paralização da linha de produção, rupturas de estoques admitidas. No anexo I temos o fator H calculado em função de quantidade de entregas programadas em um ano.

### 6 - Sistema de controle de estoque

Os dois sistemas de aplicação mais comuns são:

- a) Sistema de duas gavetas ou de ponto para pedir, consiste na separação do lote em duas partes: uma a ser utilizada totalmente até a data da encomenda de um lote de reposição e outra para ser utilizada entre a data da encomenda e data do recebimento do lote. A separação pode ser feita fisicamente (por meio de duas gavetas) ou na ficha de controle de estoque. Neste caso, quando o lote atinge determinado nível registrado na ficha de estoque (ponto para pedir) é realizado o pedido.
- b) Sistema de renovação periódica: consiste na realização periódica de pedidos para cada item. A quantidade a ser comprada em cada encomenda é tal que somado com a quantidade existente em estoque seja suficiente para atender a demanda até o período seguinte.

#### 7 - Fichas de controle de estoques

Uma boa ficha de controle de estoques deve permitir a fácil identificação do material e possibilitar o registro das entradas, saídas e existência de material tanto o nível físico como em valor. No anexo II figura uma ficha adaptada e um sistema de duas gavetas e que permite a valorização do estoque pelo preço médio.

#### 8 - Sistema simplificado de controle de estoque

Para muitas empresas resulta difícil a determinação dos valores para cálculo do lote econômico. Além do que existem modalidades e costumes comerciais (quantidade mínima a ser comprada, frequência das compras) que devem ser respeitadas e não são levadas em conta na determinação do lote econômico. Por isso apresenta-se aqui um sistema empírico de programação de estoques, funcionando como sistema de duas gavetas, que permite ampla flexibilidade na gestão dos estoques e a previsão da sua rotação (quando os estoques giram em determinado período na empresa).

Os passos necessários para cálculo dos valores de estoque são:

- 1) Levantamento do consumo diário do último período, e do preço de cada Item do estoque.
- 2) Cálculo do consumo diário programado (c) para o próximo período. (Utilizar previsões de venda e os dados históricos levantados em 1) Comparar os valores históricos com os previstos. Analisar, discutir com responsáveis, diretores e encarregados.
- 3) Utilizando o consumo diário programado, classificar os itens de estoque em A, B e C.
- 4) Levantar, utilizando registro e informações do encarregado de compras a demora média de reaprovisionamento de cada item. No caso de

fornecedores que periodicamente atrasam as entregas, considerar os maiores atrasos.

- 5) Fixar os estoques de segurança. Esta fixação pode ser empírica, levando em conta as demoras de reaprovisionamento, as variações históricas no conjunto de cada item, atrasos máximos dos fornecedores, etc.

O estoque de segurança pode ser maior para os itens classe C (mais baratos) exigindo menor controle, e baixa para os A (mais caros), que devem ser bem controlados.

- 6) Definir o ponto de pedido para cada item de estoque.

$$P P = (c \times d) + ES \quad PP = \text{Ponto de pedido}$$

C = Consumo diário

D = demora de reaproveitamento em dias

ES = estoque de segurança em quantidades

- 7) Definir a quantidade a pedir. Esta quantidade dependerá da modalidade de compra de cada item (pedido mínimo, embalagem, costume de compra mensal, etc.). Assim, por exemplo, se o consumo diário é de 100 grs. De tinta, e a lata de tinta é de 10 Kg. não adianta querer fixar uma compra menor que o tamanho da lata. No caso, 10 Kg. será a quantidade a comprar. Não existindo problemas os costumes comerciais terão forte influência (o fornecedor entrega mensalmente; comprando uma quantidade maior obtém-se descontos, etc.). Assim, se o consumo diário é de 1 metro quadrado de chapa, e a entrega é mensal (21 dias úteis p. ex.) a quantidade a pedir será de  $1 \times 21 = 21$  metros quadrados.

$$Q P = c \times m$$

QP = Quantidade a pedir

C = consumo diário

M = modalidade de compra

- 8) O limite máximo do estoque será E.S. + Q P

- 9) O limite mínimo do estoque será igual a E.S.

10) O estoque médio será igual a

$$\text{Estoque Médio} = \frac{\text{Estoque máximo} + \text{estoque mínimo}}{2}$$

11) Multiplicando o consumo diário pelos dias úteis do período, obtém-se o consumo de cada item de estoque no período.

12) Dividindo o consumo de cada item do estoque no período pelo seu estoque médio obtém-se a rotação ou giro programado de cada item. Dividindo a somatória dos consumos dos itens no período (consumo global do período) pela somatória dos estoques médios obtém-se o giro ou rotação dos estoques da empresa no período projetado.

$$\text{Rotação no período} = \frac{\text{Consumo no período}}{\text{Estoque médio}}$$

Exemplo:

Item classe A:	chapa de fórmica
Consumo projetado:	20 chapas p/ dia
Estoque de segurança:	para 5 dias úteis = 5 x 20 = 100 chapas
Compra: bimestral	(42 dias)
Quantidade a pedir:	42 x 20 = 840 chapas
Demora na entrega:	10 dias úteis
Ponto de pedido =	(10 x 20) = 100 = 300 chapas
Estoque máximo =	840 x 100 = 940 chapas
Estoque médio =	(940 + 100) : 2 = 520 chapas
Consumo no ano =	21 dias x 12 meses x 20 chapas = 252 x 20 = 5040 chapas
Rotação =	5040 : 520 = 9,69 x

Nota: o controle do ponto para pedir na ficha de estoque deve sempre levar em conta o saldo em estoque mais os pedidos pendentes.

**BIBLIOGRAFIA**

**Zaccarelli Sérgio B.** – *Programação e Controle da Produção* – Pioneira (1976)

**Mayer, Raynono** – *Administração da Produção* – Atlas – 1972

**Munier Nolberto** – *Manual de Stocks* - ASTREA-BS AS – 1972

**Messias Sérgio** - *Manual de Administração de Materiais* – Atlas – 1971

**Stockton R.** – *Sistemas Básicos de Controle de Estoques* – Atlas – 1972

**Cherry R.** - *Introdução a Administração Financeira* – Atlas

**Van Horne** – *Administracion Financeira* – Ediciones Contabilidad Moderna – (1973)

**Rotstein Fábio** – *Notas p/ Un Curso de Administracion Financeira* – (mimeo)

### Fator de Multiplicação (H) para cálculo do estoque de segurança

(1 ruptura em 20 anos)

Frequência de entrega	Ciclos em 20 anos	Riscos Admitidos	Faixa de Segurança	H
n= 1 (anual)	20	0,05	0,95	1,65
n= 2 (semestral)	40	0,025	0,9750	1,96
n= 3 (quattrim)	60	0,016	0,9834	2,13
n= 6 (semestral)	120	0,0083	0,9917	2,39
n= 12 (mensal)	240	0,0042	0,9958	2,64
n = 24 (quinzenal)	480	0,0021	0,9979	2,86
n= 48 (semanal)	960	0,001	0,9990	3,08

#### EXEMPLO:

n= 6 (compra bimestral)

Ciclo em 20 anos =  $20 \times 6 = 120$

Risco Admitido =  $1 : 120 = 0,0083$

Faixa de Segurança =  $1 - 0,0083 = 0,9917$

F = 2,39 (valor obtido da tabela da distribuição de Gauss)

Nota: valores obtidos a partir da curva de distribuição de Gauss.

