

D I M E N S I O N A M E N T O

D E E S T O Q U E



1 - IMPORTÂNCIA DO DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DO ESTOQUE

Como na maioria dos problemas administrativos, aqui também existe conflitos de ponto de vista. Se por um lado, para garantir alta rentabilidade do capital, não devem ser mantidos grandes quantidades de estoques (excluindo a possibilidade especulatória), por outro, comprar ou fabricar pequenos lotes muito frequentemente, aumenta o trabalho do Departamento de Compras, dos ajustadores, dos programadores, não possibilita a obtenção de vantagens na compra e no transporte, etc.

Há uma quantidade ótima a ser mantida em estoque que minimiza a soma dos custos de obtenção e manutenção dos materiais e ainda garante a existência do material para atender às requisições.

É esta quantidade ótima que iremos determinar neste capítulo.

Até alguns anos, apesar de serem aceitos os princípios de dimensionamento econômico dos estoques, pouca aplicação vinha sendo dada ao problema. Isto porque a alta administração julgava que:

- a) a economia por item é muito pequena, não justificando a introdução de um novo sistema, que seria fatalmente mais complexo, de estoques.
- b) ela própria, alta administração, teria de cuidar do problema, item por item e não teria tempo para outros problemas mais importantes.
- c) o sistema de determinação do lote econômico parecia muito complicado para o pessoal que cuida do estoque.

Mas estas objeções são facilmente refutadas:

- a) a economia por item pode ser desprezível, mas se computar a soma de todas as economias, em todos itens, no decorrer de um ano, a economia total é considerável.
- b) não há necessidade da alta administração cuidar dos problemas. Apesar de ser bastante complexo, uma vez estudado e resolvido para cada caso especial, pode ser transformado em regras fáceis e tabeladas para consulta rápida, que passarão a ser utilizados pelo pessoal de baixo nível.

Estudado e resolvido o problema de dimensionamento do estoque por técnicos matemáticos, se consegue um nível geral de investimento em materiais que é bem inferior ao nível conseguido com a simples aplicação do bom senso. E esta economia é superior aos gastos de implantação do sistema.

Concluindo, tanto são verdadeiras estas afirmações que todas grandes empresas já adotaram o sistema e a grande maioria das médias também.

2 - SOLUÇÃO POR TENTATIVAS

Antes de deduzirmos fórmulas gerais para o dimensionamento de estoques, vamos resolver um probleminha simples.

PROBLEMA: Um negociante deseja determinar quantos côcos deverá comprar por viagem até a Bahia. O custo da saca de côco na Bahia, acrescido do frete até o Rio de Janeiro é de Cr\$ 30,00. Em cada viagem o comerciante gasta Cr\$ 300,00 independente da quantidade comprada. O consumo anual é de 1800 sacas, e o comerciante julga razoável considerar uma taxa de juros de 10% ao a. a.

1ª resolução: cálculo do preço unitário

$$\text{Custo de 1 saca} = 30,00 + \frac{300,00}{\text{quantidade comprada}} + \frac{10\% \cdot 30,00}{12 \text{ meses}} \text{ média da estocagem}$$

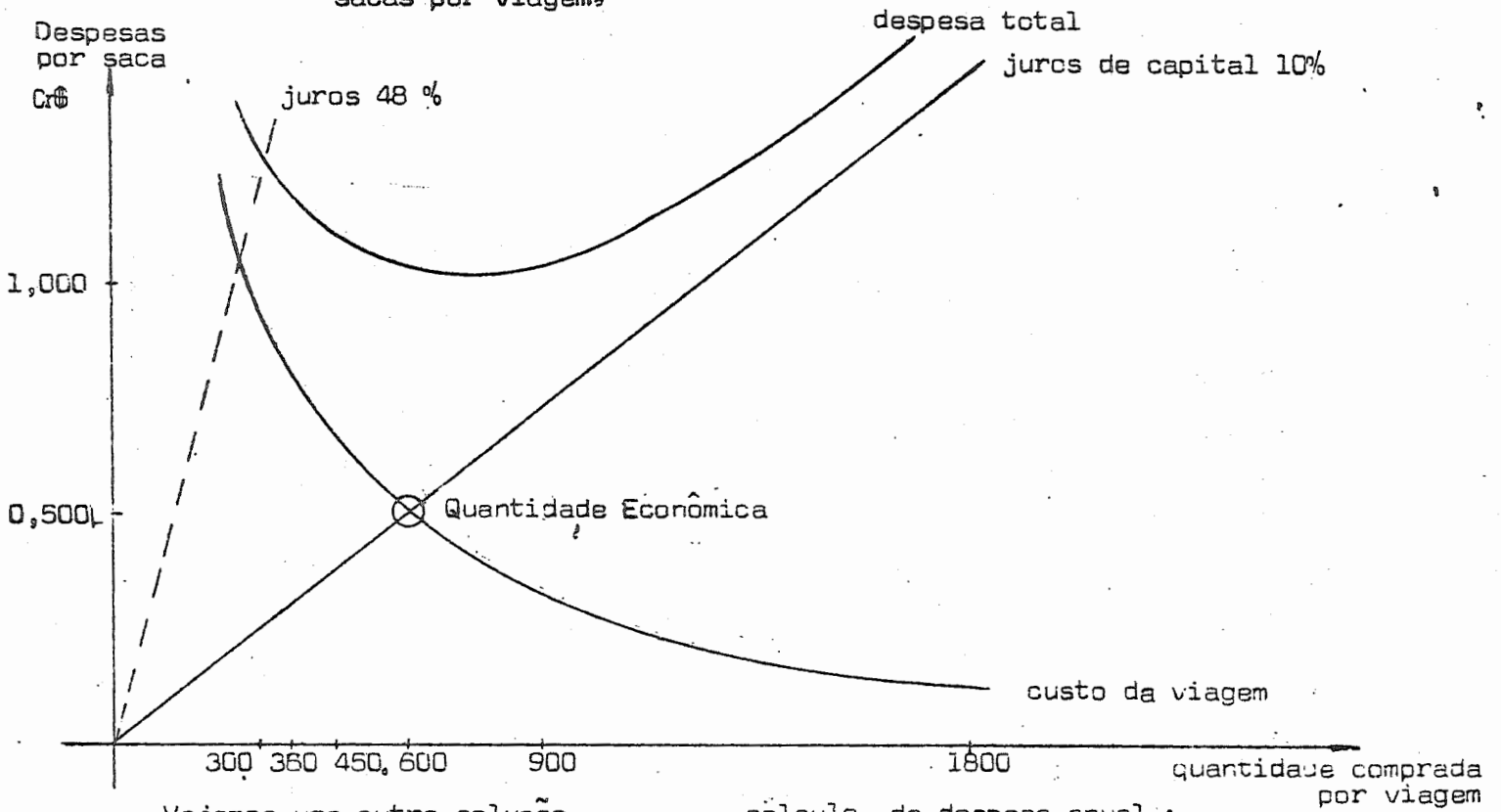
1 viagem:-

$$= 30,00 + 300,00/1.800 + \frac{0,1 \times 30,00}{12} \times 6 =$$

$$= 30,00 + 0,166 + 1,50 = 30,00 + 1,666 = 31,666$$

Nº de viagens por ano	Nº de sacas compradas	Custo da viagem - por saca	Tempo médio estoque por saca	Juros de capital empat. por saca	Despesa por saca	Custo unitário compra	Custo total unitário
1	1.800	0,166	6 meses	1.500	1,666	30,00	31,666
2	900	0,333	3 meses	0,750	1,083	30,000	31,083
3	600	0,500	2 meses	0,500	1,000	30,000	31,000
4	450	0,666	15 meses	0,375	1,041	30,000	31,041
5	360	0,833	12 meses	0,300	1,133	30,000	31,13
6	300	1,000	10 meses	0,250	1,250	30,000	31,25

CONCLUSÃO: para o comerciante é + econômico fazer 3 viagens p/ano, comprando 600 sacas por viagem.



Vejamus uma outra solução —————> cálculo da despesa anual :

Nº de viagens por ano ①	Nº de sacas comprado ②	Custo total das viagens ③ = 300,00x①	Estoque médio anual ④ = ② ÷ 2	Capital médio em est. ⑤ = 30,00x④	Juros c/ capital ⑥ = 10%⑤	despesas totais ⑦ = ③+⑥	despesa unitária ⑧ = ⑦ ÷ 1800
1	1.800	300,00	900	27.000,00	2700,00	3.000,00	1,666
2	900	600,00	450	13.500,00	1350,00	1.950,00	1,083
3	600	900,00	300	9.000,00	900,00	1.800,00	1,000
4	450	1 200,00	225	5.750,00	675,00	1.875,00	1,041
5	360	1 500,00	180	5.400,00	540,00	2.040,00	1,133
6	300	1 800,00	150	4.500,00	450,00	2.250,00	1,250

COMENTÁRIOS: Entretanto juros de 10% ao ano não existe mais.

Tomando uma taxa mais real, digamos 4% ao mês, vejamos como afeta o problema.

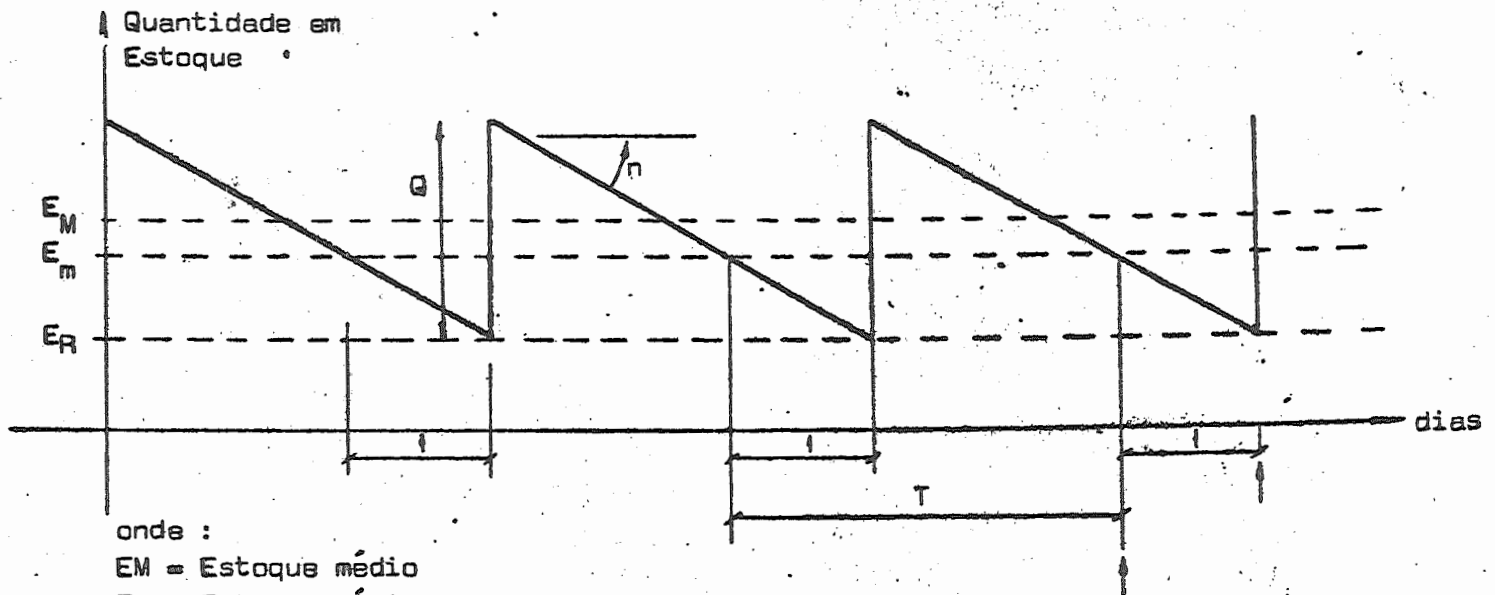
Na figura traçamos a reta correspondente a 4% e vemos que ela intercepta a curva do custo de viagem (que permanece imutável) na quantidade de ± 257 sacas, o que corresponde a 6 viagens por ano.

É interessante notar que a intersecção das duas curvas nos dá a quantidade de ±257 sacas, digo, nos dá a quantidade econômica a comprar.

Este método aplica-se também à fabricação para estocagem, considerando ao invés de despesas de viagem, custos de preparação das máquinas e outros que independem da quantidade produzida (custos fixos). E ao invés da taxa de juros, custos devido ao armazenamento, seguro, além do juro do capital empatado.

3 - TERMINOLOGIA E MODELO MATEMÁTICO

Representemos num gráfico cartesiano as relações entre a quantidade estocada e tempo :



onde :

EM = Estoque médio

Em = Estoque mínimo

ER = Estoque reserva

Q = Quantidade recebida

$tg(\hat{n}) = \text{consumo diário} = d$

t = período entre pedido e recebimento

T = período entre a emissão de 2 pedidos

Da figura tiramos :

$$E_M = E_R + Q/2$$

$$E_m = d \cdot t$$

ER pode ser zero se houver constância de consumo e do prazo de entrega.

4 - DIFERENÇA ENTRE DIMENSIONAMENTO DE ESTOQUE PARA OS DIVERSOS SISTEMAS

Sistema de duas gavetas

Considera-se $\begin{cases} Q = \text{cte.} \\ T = \text{variável} \end{cases}$ $d = u$ (demanda) \neq constante

Em corresponde ao estoque que uma vez atingido, determina a emissão de 1 pedido de Q quantidade.

Incógnitas $\begin{cases} Q \\ E_m \end{cases}$

Existem dois critérios para se determinar o lote econômico :

- lote econômico com mínimo custo
- lote econômico com máxima rentabilidade

Sistema de reposição periódica

Considera-se $\begin{cases} T = \text{cte.} \\ Q = \text{variável} \end{cases}$ $d = u$ (demanda) \neq constante
 $Q = \text{variável} = d(T + t) + E_R$ - estoque do dia

Incógnitas $\begin{cases} a = d(T + t) - \text{estoque existente no dia} + E_R \\ T \end{cases}$

Sistema de aquisição para fim específico

Tanto a época da aquisição como a quantidade pedida dependem do conhecimento prévio da demanda.

$$(T, Q) = f(\text{demanda})$$

5 - DETERMINAÇÃO DO LOTE ECONÔMICO COM MÍNIMO CUSTO

1. TIPOS DE CUSTOS ENVOLVIDOS

A quantidade comprada ou fabricada em cada reposição afeta alguns custos :

- a) Custo de obtenção ou preparação (hipérbole)
- b) Custo de armazenagem ou manutenção de estoques (reta passando pela origem)

Entretanto outros custos devem ser considerados, na determinação do lote econômico,

são :

- a) custos fixos
- b) prejuízo causado pela falta de material para atender às necessidades

a - Os custos de obtenção, preparação ou ainda reposição são os gastos que faz cada vez que se providencia um novo suprimento de material e estão ligados diretamente ao número de pedidos que se faz e não às quantidades de peças compradas ou fabricadas.

No caso da fabricação, podemos distinguir dois tipos de custos de preparação :

- a) Um refere às despesas com a preparação de ordem de compras, instruções sobre fabricação e outros serviços burocráticos, como contabilidade, impressos, etc.
- b) O outro tipo refere ao custo dos ajustamentos da máquinas e preparação tipo gabaritos, cunhas, desenhos; inspeção da primeira peça, desmontagens e montagens de máquina e ainda o custo da produção interrompida, movimentação de materiais etc.

No caso de material comprado, o custo de obtenção pode incluir as despesas com as negociações com o fornecedor, impressos, preparação e emissão de pedidos, recepção e inspeção do material, pagamento das faturas, etc; com o transporte, coleta de preços, etc/

É importante considerar somente as despesas variáveis que dependem realmente do número de pedidos de compra ou fabricação.

b - Os principais componentes do custo de manutenção são juros, impostos, seguros, obsolescência, depreciação, armazenagem, aluguel, etc.

Os custos de armazenagem ou manutenção são diretamente associados à quantidade de estocada.

JUROS - Na maioria dos casos os encargos mais pesados são os juros e de mais difícil avaliação.

Algumas vezes a empresa toma dinheiro emprestado ou faz algum financiamento para a aquisição de estoque e aí paga realmente juros. Assim é fácil saber qual a taxa.

Em outros casos, adquire estoque com recursos próprios, e não paga juros. Mas ao invés de estoque, poderia aplicar esses recursos em outros investimento, que trariam algum rendimento.

De modo que, de qualquer forma, deve-se sempre levar em consideração, uma taxa de juros. Para fixar esta taxa, há duas tendências :

- fixá-la na mesma base em que se encontra dinheiro no mercado paralelo (4 a 5%)
- fixá-la na mesma base que a empresa está disposta a pagar pelo investimento (estoque (este critério conduz a uma taxa menor que a anterior).

É importante lembrar que aqui não se considera a compra como intuito de especulação.

IMPOSTOS E SEGUROS

Normalmente variam de acordo com o valor do inventário. Mas para simplificar os cálculos, devemos considerar o valor do inventário como fixo para o período de um ano, utilizando geralmente o valor médio do inventário.

O CUSTO DA OBSOLÊNCIA

Varia conforme o tipo de material em estoque. Em Matéria Prima a sua incidência é mínima, mas a medida que a M.P. vai sofrendo transformações, este custo aumenta. Em algumas peças muito especializadas ou sujeitas a muitas alterações, a prudência manda não ter estoque.

O estoque pode sofrer deteriorações, como produtos alimentícios. As Matérias Primas também: o ferro enferruja, os tecidos apodrecem, as tintas secam, os produtos químicos se decompõem, etc.

Mas é importante só considerar a parcela variável do custo para obter o custo de manutenção ou armazenagem. Assim a M.O.D. e materiais devem ser incluídos, enquanto que a maioria das despesas administrativas, não.

O custo da armazenagem propriamente dita (aluguel, força, luz, manutenção, etc.) pode pesar no custo total. No caso de as despesas de aluguel poderem ser diminuídas com a redução dos estoques, elas devem ser consideradas.

Um último aspecto a considerar refere-se ao cálculo do custo de manutenção que apesar de ser fácil relacioná-los, na prática o seu cálculo pode ser realmente difícil.

Um dos métodos que pode ser usado é computar todas as despesas num período representativo e rateá-la pelo nível médio do inventário e acrescentar a taxa de juros.

Exemplo:

Impostos sobre inventário	1969	
	2500	
Seguro do estoque	4000	
Prejuízo em material obsoleto	400	
Deteriorações	600	
Depreciação	100	
Aluguel	100	
Força e Luz	50	
Manutenção	150	
Relações industriais	50	
Despesas gerais	250	
	8200	
Nível médio do inventário	82000	
Supondo uma taxa de juros de 30% ao ano (2,5% ao mês), temos :		
Custo anual de armazenagem =	$\frac{8200}{82000} + 0,30 = 0,40 = 40\%$	

Uma taxa única para todos almoxarifados simplifica os cálculos, mas é mais interessante determinar várias taxas conforme as diversas categorias de estoque. A taxa para as Matérias Prima geralmente é na realidade menor do que o produto acabado:

- c - Os custos fixos não influem na determinação do lote econômico, como veremos a diante.
- d - Os prejuízos causados pela falta de material para atender às necessidades, são de difíceis ponderações.

Seu cálculo, por mais exato que seja, sempre nos deixa inseguranças, pois dependem da demanda futura, da qual temos grande incerteza.

Se tivermos conhecimento perfeito desta demanda, nunca teriam este tipo de prejuízo.

O mais fácil é chutar um índice para os itens que estão sujeitos à este prejuízo, de modo que o estoque mínimo e o lote econômico fiquem maiores.

2 - DETERMINAÇÕES DO LOTE ECONÔMICO PARA O MÍNIMO CUSTO :

Seja para um produto :

C_T = custo total anual

C_F = custo fixo (custos associados a cada unidade e independentes de novas decisões
Ex.: preço pago ao fornecedor)

D = demanda anual de unidades

C_A = custo de armazenamento unitário e médio, durante 1 ano

Q = quantidade comprada ou fabricada de cada vez (lote)

Q_E = lote econômico

C_p = custo de preparação

n = número de encomenda por ano = $\frac{D}{Q}$

O custo total de um produto será :

$$C_T = C_F \cdot D + C_A \cdot Q + n \cdot C_p$$

Substituindo $n = \frac{D}{Q}$, temos :

$$C_T = C_F \cdot D + C_A \cdot Q + C_p \cdot \frac{D}{Q} \quad (1)$$

Sendo o lote econômico, Q_E , aquela quantidade a ser comprada ou fabricada que nos conduz ao mínimo custo, essa expressão acima deve ser minimizada. Derivando-a, então, em relação a Q , e igualando a zero, determinamos Q_E :

$$\frac{dC_T}{dQ} = C_A - \frac{C_p D}{Q^2} = 0 \longrightarrow C_A = \frac{C_p D}{Q^2} \quad \text{donde,}$$

$$Q_E = \sqrt{\frac{C_p D}{C_A}} \quad (2)$$

Conhecendo C_p e C_A , determina-se o lote econômico. É usual expressar C_A em função do C_F , pela expressão :

$$C_A = C_F \frac{(i + a)}{2} \quad \text{onde} \quad \begin{cases} i = \text{taxa de juros} \\ a = \text{taxa de armazenagem} \end{cases}$$

Ponto de mínimo custo

É fácil notar pela equação (2) que

$$Q_E C_A = C_p \frac{D}{Q_E} \quad (3)$$

quando a quantidade obtida é igual ao lote econômico (Q_E), os custos de armazenagem, são iguais aos de preparação.

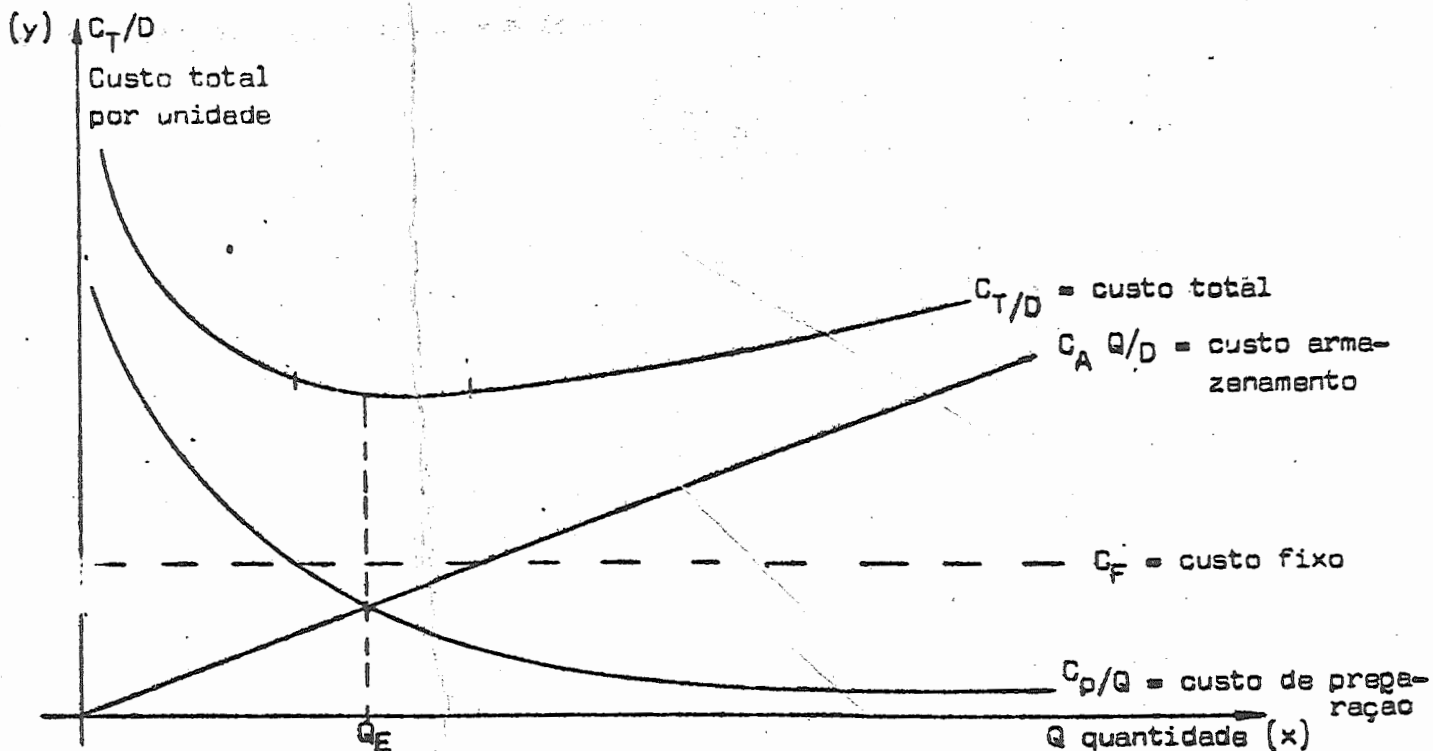
Para uma melhor compreensão do problema do lote econômico façamos um gráfico C_T em função de Q .

C_F = reta // ao eixo dos Q

$C_A \cdot Q/D$ = reta inclinada passando pela origem

C_p/Q = hiperbole ($C_p \cdot D = \text{cte}$)

$$C_T/D = \text{custo total por unidade} = C_F + \frac{C_A \cdot Q}{D} + \frac{C_p}{Q}$$



Demonstração de que Q_E está na intersecção das duas curvas :

custo de preparação = $p = xy$ $y = p/x$

custo de armazenagem = $y = ax$ $y = ax$

ponto de intersecção = $y = y$ $p/x = ax$ $x^2 = p/a$

ponto de mínimo $y + y = p/x + ax$ $p = \frac{1}{2} (p/x + ax)$

$$\frac{dy}{dx} = 1/2 (-p/x^2 + a) = 0 \quad \therefore \quad x^2 = p/a$$

É usual aplicar a seguinte fórmula para Q_E .

$$Q_E = \sqrt{\frac{C_p}{C_A} D} \quad \Rightarrow \quad Q_E = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_F (i+a)}} \quad (4)$$

$$C_A = C_p \frac{(i+a)}{2}$$

6 - DETERMINAÇÃO DO LOTE ECONÔMICO COM MÁXIMA RENTABILIDADE DO CAPITAL

Na determinação do lote econômico com mínimo custo e portanto com máximo lucro, está implícito que o capital é ilimitado. Ora, na maioria dos casos não se dispõe de alto capital; este é escasso e então deve-se procurar maximizar a sua rentabilidade.

A rentabilidade do capital é definido como :

$$R = \frac{\text{Lucro anual}}{\text{capital empregado}}$$

Lucro = receita - custo total = L

Seja v = preço de venda, temos :

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

temos Supondo que o capital empregado seja igual a k vezes a quantidade comprada = kQ,

$$R = \frac{vD - (C_F D + C_A Q + C_P \frac{D}{Q})}{kQ}$$

ou

$$R = \frac{(v - C_F)D}{kQ} - \frac{C_P D}{kQ^2} - \frac{C_A}{k} \quad (5)$$

que é a expressão que devemos maximizar.

$$\therefore \frac{dR}{dQ} = 0 = \frac{-(v - C_F)Dk}{k^2 Q^2} - \frac{-C_P D \cdot 2kQ}{k^2 Q^4} - 0 = 0$$

$$\frac{-(v - C_F) D}{k Q^2} + \frac{2 C_P D}{k Q^3} = 0$$

$$(v - C_F) = \frac{2 C_P}{Q_R} \quad \text{donde}$$

$$Q_R = \frac{2 C_P}{(v - C_P)} \quad (6)$$

a expressão (6) mostra o lote econômico: Q_R, que proporciona máxima rentabilidade de capital.

É interessante notar que Q_R não depende nem do C_A nem do D.

Prova-se que, se não houver prejuízo, Q_R < Q_E

Voltando ao comerciante de côcos : Q_E = 600 sacas

a) caso ele venda a saca por 33,00 (10% sobre lucro bruto)

$$Q_R = \frac{2 \times 300,00}{33,00 - 30,00} = \frac{600,00}{3,00} = 200 \text{ sacas}$$

b) se o lucro for de 20% (lucro bruto) V = 36,00

$$Q_R = \frac{2 \times 300,00}{36,00 - 30,00} = 100 \text{ sacas}$$

c) somente se ele não tiver lucro, que a quantidade Q_R = Q_E

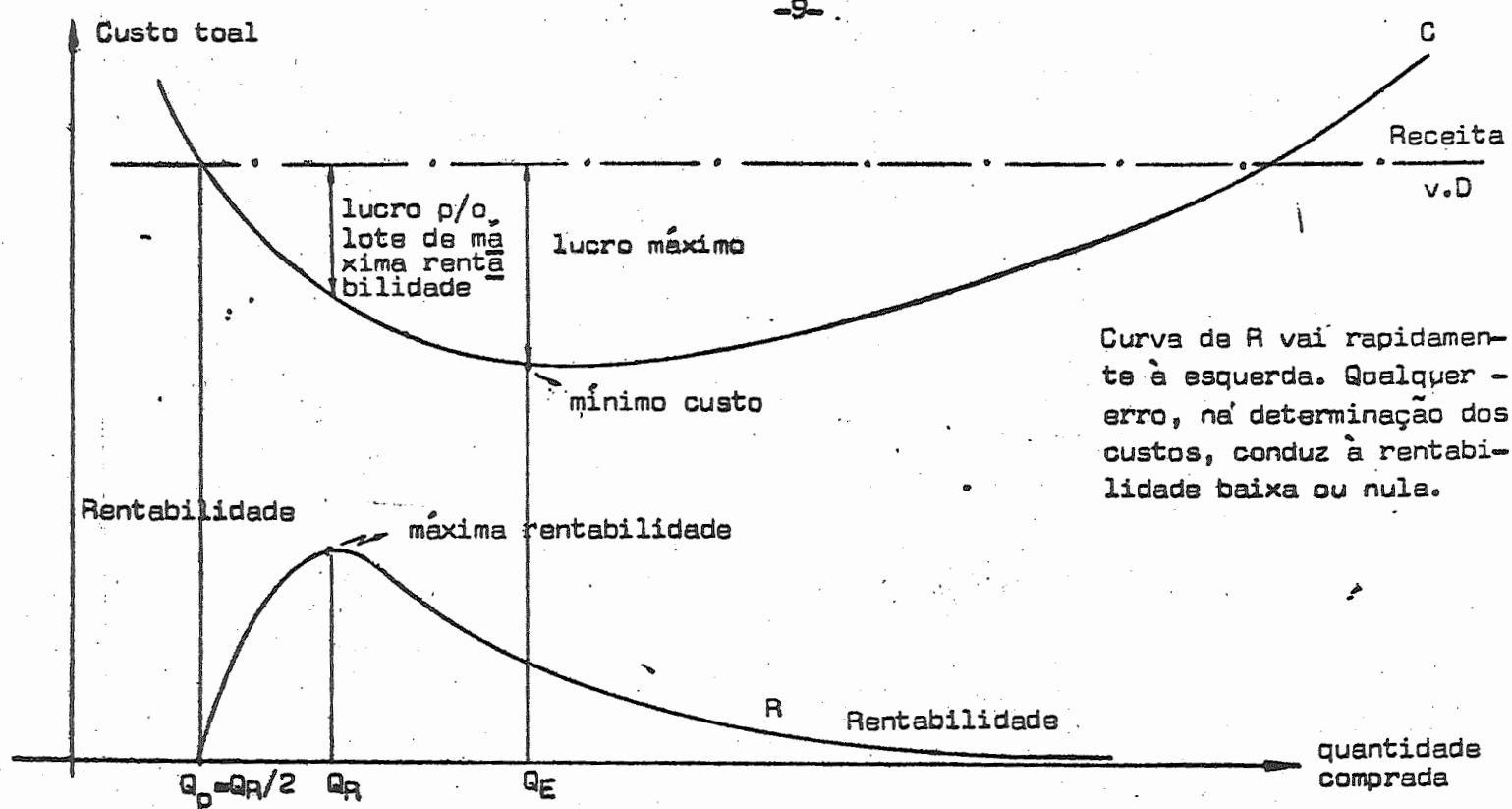
$$v = 31,00 \text{ (= custo total)}$$

$$Q_R = \frac{2 \times 300,00}{31,00 - 30,00} = 600 \text{ sacas}$$

Com exceção desta situação, de não lucro, em todas as outras, sempre o critério de máxima rentabilidade leva a lote econômicos menores do que o outro, ou seja, sempre

$$Q_R < Q_E$$

graficamente temos :



Temos uma outra relação interessante :

Supondo que nada custe manter estoque, ou seja $C_A = 0$ (não há aluguel, nem juros), determinar qual o lote que proporciona lucro bruto suficiente para cobrir despesas de obtenção (não há lucro líquido).

$$vD = C_F D + \frac{C_P D}{Q_P} \quad \boxed{Q_P = \frac{C_P}{v - C_F}} \quad (7)$$

Da expressão (7) notamos que o lote Q_P , suficiente para que o lucro bruto cubra os custos fixos e o de obtenção, é igual a metade do lote Q_R .

$$Q_P = Q_R/2$$

Outra forma de demonstrar a relação

O lucro bruto quando o lote for Q_R , será :

$$(v - C_F) D = \frac{C_P D}{Q_R} + C_A Q_R$$

como :

$$Q_R = \frac{2 C_P}{(v - C_F)} \quad \text{substituindo, tem}$$

$$\frac{C_P D}{Q_R} = \frac{C_P D}{\frac{2 C_P}{(v - C_F)}} = (v - C_F) D/2$$

$$\therefore (v - C_F) D = \frac{(v - C_F) D}{2} + C_A Q_R$$

$$\therefore C_A Q_R = \frac{(v - C_F) D}{2}$$

$$\therefore \boxed{C_A Q_R = \frac{(v - C_F) D}{2} = \frac{C_P D}{Q_R}} \quad (8)$$

Isto significa que quando se compra ou fabrica uma quantidade igual ao lote Q_R , metade do lucro bruto é absorvido pelos custos de obtenção ou preparação.

E a outra metade cobre os custos de armazenagem, incluído a taxa de juros máxima, que engloba o lucro líquido, pois

$$C_A \cdot Q_R = \frac{C_F \cdot i}{2} Q_R \quad i = \text{taxa de juro ou de renda}$$

7 - FAIXA ECONÔMICA

Vimos dois critérios para a determinação do lote econômico: um conduz a máximo lucro

$$Q_E = \sqrt{\frac{C_P \cdot D}{C_A}} \quad (2)$$

outro a máxima rentabilidade

$$Q_R = \frac{2 C_P}{(v - C_F)} \quad (6)$$

Mas qual é o mais interessante ?

No primeiro caso, lote com mínimo custo, notamos pela curva que qualquer erro na quantificação dos custos, pouco altera o lucro máximo.

No segundo caso, lote com máxima rentabilidade, a curva cai rapidamente para a esquerda, de modo que qualquer erro na quantificação dos custos, que leva a menor Q_R , pode conduzir a uma rentabilidade nula. Por isto este critério é muito perigoso.

Mas por outro lado, o segundo critério, da máxima rentabilidade é mais condizente com o objetivo do empresário, que além de desejar maior rentabilidade, dispõe de capital limitado.

Do exposto, concluímos que um critério razoável, aproveitando as vantagens de ambos, é localizar o lote comprado ou fabricado entre Q_R e Q_E .

$$Q_R \leq Q \leq Q_E$$

Isto evita o perigo da rentabilidade anular-se (curva vai para a esquerda) e a variação de Q_E para Q_R não altera muito o máximo lucro, pois a curva é achatada. Além disso o capital necessário será menor do que se comprasse Q_E .

Ainda, pelo fato de este critério ser flexível, nos possibilita comprar ou fabricar lotes diferentes dos valores Q_E e Q_R achados.

Este trecho compreendido entre Q_R e Q_E é denominado "faixa econômica" e dá seu nome ao critério.

CONCLUSÃO :

1. Se o capital for ilimitado, utilizar lotes próximos de Q_E , que fornece máximo lucro.
2. As empresas que não possuem alto investimento em estoques, (alto relativamente ao capital) devem usar lotes próximos de Q_E .
3. As empresas cujo principal investimento seja em estoque (ex.: comerciante) devem usar lotes próximos de Q_R .

EXERCÍCIOS

EXERCÍCIOS SOBRE ESTOQUES

1º Exercício: Uma empresa adota o critério da faixa econômica para a compra de suas mercadorias e dá preferência para que os pedidos sejam feitos com períodos multimensais. Nestas condições, calcular, a partir dos dados abaixo:

- a) Os limites da faixa econômica e o lote de compra;
- b) O estoque mínimo;
- c) O valor do custo anual mínimo e do custo anual do lote comprado;
- d) Estabelecer o programa de compras.

DADOS DE CUSTO:

1. Preço de compra unitário	4,00
Desconto unitário para compra acima de 200 peças (10%)	0,40
Desconto unitário para compra acima de 600 peças (20%)	0,80
2. Custo de transporte	
- até 200 peças (taxa mínima)	10,00
- cada unidade acima de 200 acresce o transporte de	0,05
3. Juros do capital empatado - 3% ao mês	3%
4. Entendimentos telefônicos com o fornecedor para cada pedido	9,00
5. Inspeção por amostragem de um lote comprado	8,00
6. Seguro do estoque - a taxa mensal de seguro paga pela empresa corresponde a 1% do valor médio do estoque	1%
7. Custo referente ao pagamento de uma duplicata	3,00
8. Custo para colocar uma peça na prateleira do almoxarifado	0,01
9. Os custos médios referentes à armazenagem, ao aluguel, à energia elétrica e à manutenção do almoxarifado, para cada peça são de	0,02
10. Preço de venda	4,50

OUTROS DADOS

- 1. Consumo diário da peça (média) 10
- 2. Período entre o pedido e o recebimento do lote (em dias úteis) 10
- 3. Considerar semana de 5 dias de 9 horas cada e mês de 22 dias.

OBSERVAÇÃO: Resolver considerando as etapas:

- A) Supor que o critério adotado é o de mínimo custo, sem descontos.
- B) Resolver todo o problema, sem descontos
- C) Resolver pelo critério de mínimo custo, considerando os descontos.
- D) Resolver completamente o problema.

RESOLUÇÃO

A) Critério mínimo custo, sem desconto

Demanda anual = 10 x 22 x 12 = 2 640 peças

a - determinação do lote econômico (critério de mínimo custo)

1ª forma - equação do custo anual

$$C_T = 4,00 \times 2\,640 + 0,05 \times 2\,640 + \frac{0,36 \times C_F}{2} Q + 9,00 \frac{2\,640}{Q} + 8,00 \frac{2\,640}{Q} + \frac{0,12 \times C_F}{2} Q + 3,00 \frac{2\,640}{Q} + 0,01 \times 2\,640 + 0,02 \times 2\,640$$

$$C_T = 4,08 \times 2\ 640 + \frac{0,48 \times C_F}{2} Q + 20,00 \frac{2\ 640}{Q}$$

$$\frac{\partial C_T}{\partial Q} = 0 \implies \frac{0,48 \times 4,08}{2} - \frac{20,00 \times 2\ 640}{Q^2} = 0$$

$$Q^2 = \frac{20,00 \times 2\ 640}{\frac{0,48 \times 4,08}{2}} = 55\ 000 \therefore Q = 232 \text{ peças}$$

2ª forma - aplicação da fórmula :

$$Q_E = \sqrt{\frac{C_p D}{C_A}} = \sqrt{\frac{C_p D}{C_F(i+a)/2}}$$

$$C_F = \overset{(1)}{4,00} + \overset{(2)}{0,05} + \overset{(8)}{0,01} + \overset{(9)}{0,02} = 4,08$$

$$C_p = \overset{(3)}{9,00} + \overset{(6)}{8,00} + 3,00 = 20,00$$

$$(i+a) = 0,36 + 0,12 = 0,48$$

$$Q_E = \sqrt{\frac{20,00 \times 2640}{4,08 \times \frac{0,48}{2}}} = 323 \text{ peças}$$

$$Q_E = 323 \text{ peças}$$

b - determinação do estoque mínimo

$$E_m = d \times t = 10 \text{ peças/dia} \times 10 \text{ dias} = 100 \text{ peças}$$

$$E_m = 100 \text{ peças}$$

c - custo anual mínimo = custo anual comprado

$$C_T = C_F \times D + C_A \cdot Q + C_p \cdot D/Q$$

$$C_T = 4,08 \times 2\ 640 + \frac{0,48 \times 4,08}{2} \times 232 + 20,00 \frac{2\ 640}{232}$$

$$C_T = 10\ 780,00 + 227,00 + 227,00 = 11\ 234,00$$

$$C_T = \text{Gr\$ } 11\ 234,00$$

d - programa de compras

$$n = \frac{D}{Q} = \frac{2\ 640}{232} = 11,4 \text{ compras/ano}$$

$$n = 12 \text{ compras por ano} \implies Q = 220 \text{ peças/mês}$$

Programa de compras \implies compra cada mês 220 peças

Custo anual para $Q = 220$ peças

$$C_T = 4,08 \times 2\ 640 + 0,24 \times 4,08 \times 220 + 20,00 \times 12 = 10\ 780,00 + 216,00 + 240,00 = 11\ 236,00$$

$$C_T = \text{Gr\$ } 11\ 236,00$$

$$Q = 220$$

B - Todo problema, sem desconto

a - limites da faixa econômica ($Q_R \leq \text{faixa} \leq Q_E$)

$$Q_E = 232 \text{ peças}$$

$$Q_R = \frac{2 C_p}{(v - C_f)} = \frac{2 \times 20,00}{4,50 - 4,08} = \frac{40,00}{0,42} = 95 \text{ peças}$$

faixa econômica de 95 a 232 peças.

b - $E_m = 100$ peças

d - programa de compras : comprar lote de 100 peças cada 2 semanas (10 dias úteis).

c - custo anual deste lote :

$$C_T = 4,08 \times 2\,640 + \frac{0,48 \times 4,08}{2} \times 100 + 20,00 \times \frac{2\,640}{100} = 10\,780,00 + 98,00 + 528,00 = 11\,406,00$$

$C_T = 11\,406,00$

e - cálculo do juros que rende o estoque

Pelo critério do mínimo custo $\rightarrow Q_E = 232$ peças o capital rende 3% ao mês de juros (valor fixado) no mínimo.

Suposição : estoque de reserva $E_R = 20$ peças

$$E_{\text{médio}} = E_R + \frac{Q}{2} = 20 + \frac{100}{2} = 70 \text{ peças}$$

Cada lote comprado custa :

$$4,08 \times 100 + 20,00 = 428,00 \dots \rightarrow 4,28/\text{peças}$$

$$\text{Receita de cada lote: } 4,50 \times 100 = 450,00$$

$$\text{Lucro em cada lote: } 450,00 - 428,00 = 22,00$$

$$\text{Capital médio empatado } E_M \times 4,28 = 70 \times 4,28 = 300,00$$

$$\text{Renda cada 2 semanas} = \frac{22,00}{300,00} = 0,073 \rightarrow 7,3\%$$

$$\text{em 52 semanas} \rightarrow 7,3\% \times 26 = 190\%$$

$$\text{rentabilidade líquida anual} = 190\% - 12\% - 12\% = 178\%$$

$\text{rentabilidade} = 178\%$

Se compra 232 peças por lote ($Q_E = 232$ peças), temos :

$$\text{- custo do lote } 4,08 \times 232 + 20,00 = 967,00 \rightarrow 4,17/\text{peça}$$

$$\text{- receita do lote } 4,50 \times 232 = 1\,044,00$$

$$\text{- lucro do lote } 1\,044,00 - 967,00 = 77,00$$

$$E_M = E_R + \frac{Q}{2} = 20 + \frac{232}{2} = 136 \text{ peças}$$

$$\text{- capital médio} = 136 \times 4,17 = 567,00$$

$$\text{- rentabilidade de 1 lote} = \frac{77,00}{567,00} = 0,136 \rightarrow 13,6\%$$

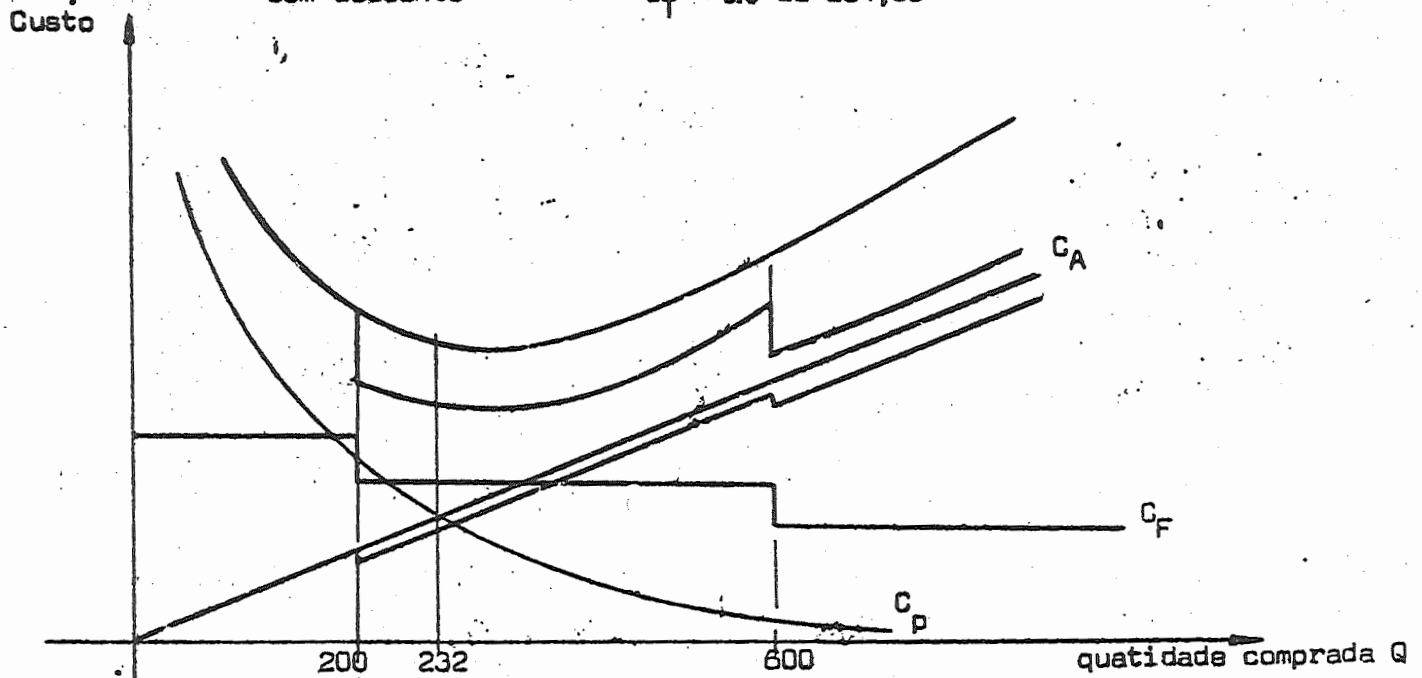
$$\text{- rentabilidade anual} = 13,6\% \times \frac{2\,640}{232} = 155\%$$

$$\text{- rentabilidade líquida } 155\% - 12\% = 143\%$$

C - CRITÉRIO DO MÍNIMO CUSTO, COM DESCONTO

sem desconto $\longrightarrow Q_E = 232$ peças

com desconto $C_T = \text{Cr\$ } 11\,234,00$



O ponto de mínimo custo, fica praticamente inalterado devido aos descontos (aumenta pouco). Para descontos de 10% (lotes entre 200 e 600 peças) :

$$Q_E = \sqrt{\frac{20,00 \times 2\,640}{3,68 \times 0,24}} = 245 \text{ peças} \quad C_F = 3,60 + 0,08 = 3,68$$

Como deseja-se ter mínimo custo, deve-se verificar os pontos de descontinuidade. Para 200 peças, sabemos que o custo é maior do que para 245 pois este é o lote econômico de mínimo custo, e vale

$$C_{T_{Q=245}} = 3,68 \times 2\,640 + 0,24 \times 3,68 \times 245 + 20,00 \frac{2\,640}{245} = 10\,162,00$$

$C_{T_{Q=245}} = 10\,162,00$

Verifiquemos para 600 peças (desconto 20%)

$$C_{T_{Q=600}} = 3,28 \times 2\,640 + 0,24 \times 3,28 \times 600 + 20,00 \frac{2\,640}{600} = 8\,640,00 + 470,00 + 87,00 = 9\,200,00$$

$C_{T_{Q=600}} < C_{T_{Q=245}}$ \therefore deve-se comprar lotes de 600 peças (qualquer valor acima de 600 dá $>$ custo, pois a curva é ascendente)

b) $E_m = 100$ peças

d) programa de compras $\frac{2640}{600} = 4,4$

\therefore comprar cada 3 meses 660 peças

c) $C_T = \text{Cr\$ } 9\,237,00$

2º EXERCÍCIO

Uma empresa adota, para o controle de estoque de todos seus itens, o sistema de estoque mínimo.

Pede-se determinar para o item X, o estoque mínimo, o lote econômico de compra - pelo critério da faixa econômica, os custos totais anuais nos extremos desta faixa e o número de lotes comprados por ano.

DADOS DE CUSTO DO ITEM X

- 1. Preço unitário de compra 12,90
- 2. Preço de venda unitário 15,30
- 3. Custo com a emissão de um pedido e seu respectivo controle 14,90
- 4. Custo do transporte por peça 0,20
- 5. Juros do capital empatado 2,5% ao Mês
- 6. Custo de armazenamento de uma unidade 0,10
- 7. Taxa de seguro do estoque paga pela empresa - 1% ao mês sobre o estoque médio
- 8. Custo para contabilizar um pedido 2,90
- 9. Custo para inspecionar por amostragem um lote 3,20

OUTROS DADOS

- 1. Consumo diário do item X (demanda diária) 5 unidades
- 2. Período entre o pedido e o recebimento do lote 10 dias úteis
- 3. A empresa trabalha 5 dias por semana e em média 22 dias por mês.

SOLUÇÃO

$C_F = 12,90 + 0,20 + 0,10 = 13,20$

$(i+a) = 0,30 + 0,12 = 0,42$

$C_p = 14,90 + 2,90 + 3,20 = 21,00$

$v = 15,30$

$D = \text{demanda} = 5 \times 22 \times 12 = 1320 \text{ unidades por ano}$

$Q_E = \sqrt{\frac{2 \times 21,00 \times 1320}{13,20 \times 0,42}} = \sqrt{100 \times 100} = 100 \text{ unidades}$

$Q_R = \frac{2 \times 21,00}{15,30 - 13,20} = \frac{42,00}{2,10} = 20 \text{ unidades}$

1. Limites da faixa econômica $20 \leq Q \leq 100$

2. Estoque mínimo $E_m = t \times d = 5 \times 10 = 50 \text{ unidades}$

3. Custo total anual : $C_T = C_F D + \frac{C_F (i+a)}{2} Q + C_p \frac{D}{Q}$

para $Q_E = 100$

$C_{T_{Q_E}} = (13,20 \cdot 1320) + \left(\frac{13,20 \times 0,42}{2} \times 100 \right) + \left(21,00 \times \frac{1320}{100} \right) = 17\,424,00 + 277,20 + 277,20 = 17\,978,40$

para $Q_R = 20$

$C_{T_{Q_R}} = 13,20 \times 1320 + \frac{33,20 \times 0,42}{2} \times 20 + 21,00 \frac{1320}{20} = 17\,424,00 + 55,44 + 1386,00 = 18\,865,44$

$$Q_E = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_F (i+a)}}$$

$$Q_R = \frac{2 C_p}{v \cdot C_F}$$

4. Número de lotes por ano

$$n_{Q_E} = \frac{1320}{100} = 13,2 \text{ lotes por ano}$$

$$n_{Q_R} = \frac{1320}{20} = 66 \text{ lotes por ano}$$

5. Cálculo da rentabilidade do estoque

$$\text{capital médio empatado} = \text{custo médio} \times \text{estoque médio} = \frac{C_T}{D} \times \frac{Q}{2}$$

$$\text{lucro} = \text{receita total} - \text{custo total anual} = D \times V - C_T$$

$$R = \text{rentabilidade} = \frac{D \times v - C_T}{\frac{C_T}{D} \times \frac{Q}{2}}$$

para $Q_E = 100$

$$R_{Q_E} = \frac{1320 \times 15,30 - 17\,978,40}{\frac{17\,978,40}{1320} \times \frac{100}{2}} = \frac{2\,217,60}{681,00} = 325,64\%$$

para $Q_R = 20$

$$R_{Q_R} = \frac{1320 \times 15,30 - 18\,865,44}{\frac{18\,865,44}{1320} \times \frac{20}{2}} = \frac{1330,56}{142,92} = 930,98\%$$

verificação para $Q = 30$

$$C_{TQ} = 1320 \times 13,20 + \frac{13,20 \times 0,42}{2} \times 30 + 21,00 \times \frac{1320}{30} =$$

$$= 17\,424,00 + 83,16 + 924,00 = 18\,431,16$$

$$R_{Q=30} = \frac{20\,196,00 - 18\,431,16}{\frac{18\,431,16}{1320} \times \frac{30}{2}} = \frac{1\,764,84}{209,44} = 842,65\%$$

B - LOTE ECONÔMICO COM RESTRIÇÃO DE CAPITAL

Vimos pelas considerações anteriores que o critério de faixa econômica é bastante razoável, mas geralmente esta faixa é larga, deixando às vezes dúvidas sobre qual o melhor ponto a ser utilizado, ou seja qual o melhor lote.

Outro critério que nos leva a uma solução melhor, consiste em aliar o lote econômico de mínimo custo Q_E e o de máxima rentabilidade Q_R ao investimento total que a empresa está disposta a empregar em estoques.

Vejamos então este critério :

Hipóteses :

Como é muito trabalhoso obter o custo de preparação para cada item (C_p), tomemos um valor fixo para todos os itens.

O mesmo deve ser feito com relação às taxas de retorno de capital e de armazenamento ($i + a$).

$$\text{Hipóteses} \begin{cases} C_p = \text{igual para todos itens} - \text{toma-se seu valor médio} \\ i+a = \text{igual para todos itens} - \text{toma a média.} \end{cases}$$

Sejam :

CAP_{mj} = capital médio investido no item j

n_j = nº de pedidos de reposição do item j

C_j = custo unitário fixo do item j (D_F)

D_j = demanda do item j

Q_{ej} = lote econômico do item j

$$Q_{ej} = \sqrt{\frac{2 C_p D_j}{C_j (i+a)}} \quad (4)$$

O capital médio investido em estoque do item j é :

$$\text{CAP}_{mj} = \frac{Q_{ej} \cdot C_j}{2} = \frac{C_j}{2} \sqrt{\frac{2 C_p D_j}{C_j (1+a)}} \quad (9)$$

Pela nossa hipótese : C_p e $(1+a)$ independem do item j, portanto tomemos uma constante $k = \sqrt{\frac{2 C_p}{1+a}}$

Aplicando em (9) temos :

$$\text{CAP}_{mj} = \frac{Q_{ej} \cdot C_j}{2} = \frac{1}{2} k \sqrt{C_j D_j} \quad (10)$$

$$\text{CAP}_{mT} = \sum_j \frac{Q_{ej} C_j}{2} = \frac{1}{2} k \sum_j \sqrt{C_j D_j} \quad (11)$$

é o capital total médio investido no estoque de todos os itens ————— somatória dos j itens.

$$\text{onde } k = 2 \frac{\sum_j \frac{Q_{ej} C_j}{2}}{\sum_j \sqrt{C_j D_j}} = 2 \frac{\text{CAP}_{mT}}{\sum_j \sqrt{C_j D_j}} \quad (12)$$

Esta expressão de k, constante válida para todos itens em estoque, é facilmente calculada :

O numerador é o capital total médio que a empresa deseja investir em estoques, e é fixado pela alta administração para um período.

O denominador é a somatoria do produto do custo unitário de cada item pelo seu consumo anual, para todos os itens. Também não é difícil calcular.

Obtidos desta forma o valor de k, válido para todos os itens de estoque e por quanto tempo a administração fixar, determina-se o lote econômico para cada item.

$$(10) \longrightarrow Q_{ej} = \frac{k}{C_j} \sqrt{C_j D_j} = k \sqrt{\frac{D_j}{C_j}}$$

$$Q_{ej} = k \sqrt{\frac{D_j}{C_j}} \quad (13)$$

e o número de pedidos de reposição

$$(13) \longrightarrow n_j = \frac{D_j}{Q_{ej}} = \frac{D_j}{k} \sqrt{\frac{C_j}{D_j}} = \frac{\sqrt{C_j D_j}}{k}$$

$$n_j = \frac{1}{k} \sqrt{C_j D_j} \quad (14)$$

Assim, uma vez fixado k, determina-se o lote econômico para compra ou fabricação de cada item em estoque, levando em consideração a disponibilidade de capital e objetivando máximo lucro.

9 - DIMENSIONAMENTO DE ESTOQUE PARA O SISTEMA DE REPOSIÇÃO PERIÓDICA

Neste sistema considera-se o período de tempo entre as requisições como constante

as incógnitas são $\begin{cases} T = \text{constante} \\ Q = \text{variável} \end{cases}$

Período

O período entre as requisições deve ser tal que proporcione em média a compra do lote econômico

$$T_E = \frac{Q_E}{d} \left\{ \begin{array}{l} T_E = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{C_p D}{C_A}} \quad (15) \\ T_E = \frac{1}{d} \frac{2 C_p}{(v - C_F)} \quad (16) \end{array} \right.$$

d = demanda diária

A expressão (15), tirada de (2), aplica-se quando se deseja lote econômico com - mínimo custo. É o mais utilizado.

A expressão (16), tirada da (6), aplica-se quando se deseja trabalhar com lote de máxima rentabilidade de capital.

O primeiro critério é mais vantajoso do que o segundo ressalvados os comentários feitos anteriormente, pois uma pequena variação do período, não afetará muito o lucro máximo. Estas variações são bastante frequentes:

1. deve-se agrupar itens de 1 mesmo fornecedor ou de uma mesma região e cidade, num pedido simultâneo, o que proporciona vantagens no preço do produto e no transporte.
2. os períodos devem ser múltiplos de 7 dias (semana) ou do mês, para facilitar rotina de emissão de pedidos.

LOTE ENCOMENDADO

O lote a ser pedido de cada vez é variável. Na ocasião deste pedido existe uma certa quantidade em estoque que somado ao lote encomendado Q, resulta um valor constante M.

q = estoque existente no dia do pedido

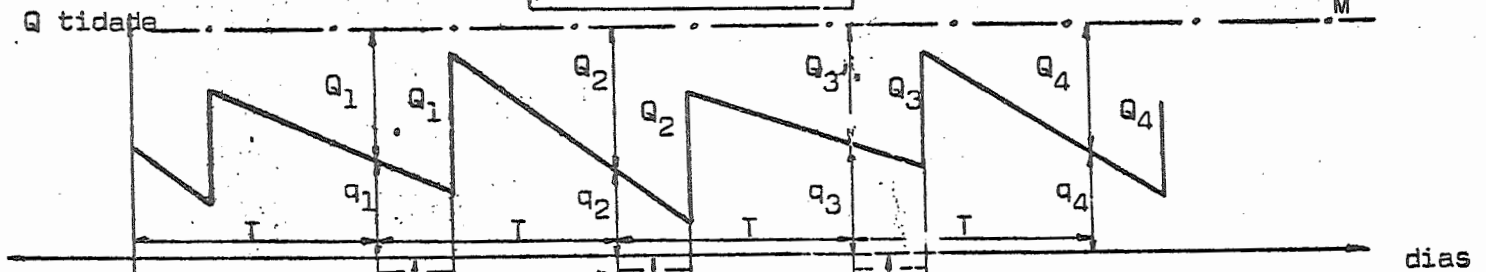
Q = quantidade pedida = lote

M = total = constante

$$M = Q + q \quad (17)$$

M deve ser suficiente para atender a demanda durante (T+t) dias, ou seja

$$M = d (T_e + t) + E_R \quad (18)$$



de (17 e (18) tiramos :

$$Q = M - q = d (T_e + t) + E_R - q$$

Uma vez calculado M, levando em consideração T_e, t, d, E_R, e Q_E, no dia do pedido basta contar o estoque existente q e subtraí-lo de M, para determinar a quantidade a ser comprada, que deve ser próxima de Q_E.

ESTOQUE DE RESERVA

Tem como função evitar que o estoque se esgote se o consumo d for maior do que o previsto durante (T - t) dias, ou se houver atraso de entrega (t maior do que o previsto). Pelo fato de haver 2 fontes de variação neste sistema (d pode variar tanto no período T, como no período de espera t), e no de 2 gavetas só uma (d só varia no período t), E_R no sistema de reposição pe maior do que no de 2 gavetas. Desvantajoso.

ESTOQUES - MODELOS PROBABILISTICOS

1. Conceitos estatísticos

1.1. Distribuição binomial

Quando a probabilidade de ocorrer um evento numa prova for constante, o número de vezes x que ocorre o evento em n provas é uma variável aleatória que se distribui segundo uma distribuição chamada binômica.

Seja θ a probabilidade, que é constante, a probabilidade de dar x vezes o evento é :

$$P(x) = C_n^x \theta^x (1-\theta)^{(n-x)}$$

Parâmetros da distribuição binomial

$$\mu = \sum x_i p(x_i) \quad e \quad \sigma^2 = \sum (x_i - \mu)^2 p(x_i)$$

sendo $p(x_i) = \frac{n!}{x_i! (n-x_i)!} \theta^{x_i} (1-\theta)^{(n-x_i)}$, temos :

$$\boxed{\mu = n \theta} \quad e \quad \boxed{\sigma^2 = n \theta (1 - \theta)}$$

A probabilidade de ocorrer a média na distribuição binômica é :

$$p(\mu) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}}$$

1.2. Distribuição de Poisson

É um caso particular da distribuição binomial, e se dá quando o número de provas n tende a infinito e a probabilidade θ de ocorrer o evento em uma única prova tende a 0 (zero), permanece finita e não nula a média $\mu = n \theta$ de distribuição.

Exemplos :

- a) nº de empregados ausentes diariamente numa fábrica
- b) nº de jornais vendidos num dia numa banca central
- c) nº de consultas numa biblioteca
- d) nº de carros alugados diariamente por um agência.

A prob(x) de ocorrer o evento é :

$$p(x) = \frac{\mu^x}{x!} e^{-\mu}$$

Parâmetros

A distribuição de Poisson é definida apenas pela média, pois

$$\sigma^2 = \mu = n \theta$$
$$\sigma^2 = n \theta (1 - \theta) = n \theta - n \theta^2 = \mu - n \theta^2$$

Quando $\theta \rightarrow 0$ $\boxed{\sigma^2 = \mu = n \theta}$

A distribuição de Poisson é tabelada em função de μ .

Fórmula de recorrência

$$p(x) = \frac{\mu}{x} p(x-1) \quad \left\{ \begin{array}{l} p_0 = e^{-\mu} \\ p_1 = \mu p_0 \\ p_2 = (\mu/2) p_1 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} p_3 = \frac{\mu}{3} p_2 \\ p_4 = \frac{\mu}{4} p_3 \end{array} \right.$$

EXERCÍCIO

PROBLEMA DO JORNALEIRO

Um jornaleiro compra determinado jornal a Cr\$ 0,20 e o vende a Cr\$ 0,30, não lhe sendo possível devolver os jornais que não consegue vender. Se sua experiência lhe indica a média diária de 10 fregueses para aquele periódico, quantas unidades deve comprar diariamente para obter máximo lucro ?

Os fregueses são absolutamente aleatórios.

1ª Solução: maximizar função objetivo

Comentário: a grande maioria dos problemas de Pesquisa Operacional, são resolvidos pelo método :

- a) primeiro monta-se a função objetivo, que representa o problema (modelo matemático)
- b) depois procura-se o máximo (ou o mínimo) da função objetivo.

Função Objetivo

Sejam: v = preço de venda de um jornal
 c = preço de custo de um jornal
 n = nº de jornais comprados diariamente
 L = lucro

$p(x)$ = probabilidade de x jornais serem procurados num dia (se $x \leq n$, todos os fregueses são atendidos; se $x > n$, $(x-n)$ fregueses não são atendidos)

O lucro L é dado pela função :

$$L = \overset{\text{evento}}{\underbrace{(x=0)}_{\text{custo}}} p_0 + \underbrace{(x=1)}_{\text{custo}} p_1 + \underbrace{(x=2)}_{\text{custo}} p_2 + \dots + \underbrace{(x=x-1)}_{\text{custo}} p_{x-1} + \underbrace{(x=n)}_{\text{custo}} p_n + \underbrace{(x=n+1)}_{\text{custo}} p_{n+1} + \dots + \underbrace{(x=n+2)}_{\text{custo}} p_{n+2} + \underbrace{(x=n-3)}_{\text{custo}} p_{n-3} + \dots = L$$

$$L = \sum_{x=0}^{n-1} (v \cdot x - c \cdot n) p(x) + n(v - c) \sum_{x=n}^{\infty} p(x)$$

derivando e igualando a zero, obtém-se o máximo da função :

$$\frac{\partial L}{\partial n} = -c \sum_{x=0}^{n-1} p(x) + (v - c) \sum_{x=n}^{\infty} p(x) = 0$$

$$v \sum_{x=n}^{\infty} p(x) = c \left[\sum_{x=0}^{n-1} p(x) + \sum_{x=n}^{\infty} p(x) \right]$$

como $\sum_{x=n}^{\infty} p(x) = 1 - \sum_{x=0}^{n-1} p(x)$, temos

$$1 - \sum_{x=0}^{n-1} p(x) = \frac{c}{v} \quad \text{ou}$$

$$\sum_{x=0}^{n-1} p(x) = 1 - \frac{c}{v}$$

é a solução do problema

No nosso caso temos $c = 0,20$ e $v = 0,30$ que aplicado, resulta :

$$1 - \frac{c}{v} = 1 - \frac{0,20}{0,30} = \frac{0,30 - 0,20}{0,30} = \frac{0,10}{0,30} = 0,333$$

Basta procurar então o valor de $(n-1)$, na Tabela da distribuição de Poisson, $\mu = 10$, o valor de:

$$\sum_{x=0}^{n-1} p(x) \quad \text{tal que:} \quad \sum_{x=0}^{n-1} p(x) = 0,333$$

x	p(x)	$\sum_{x=0}^x p(x)$
0	-	-
1	0,000	0,000
2	0,002	0,002
3	0,008	0,010
4	0,019	0,029
5	0,038	0,067
6	0,063	0,130
7	0,090	0,220
8	0,113	<u>0,333</u>
9	0,125	0,458
10	0,125	0,583
11	0,114	0,697

Temos que $\sum_{x=0}^{n-1} p(x) = 0,333$ $(n-1) = 8$ $\boxed{n = 9}$

Resposta: Para obter máximo lucro, o jornaleiro deverá comprar 9 jornais por dia.

2ª SOLUÇÃO : Por tentativa

Modifiquemos a função objetivo, de forma a ser tabelada mais facilmente:

$$L = \sum_{x=0}^{n-1} (vx - cn) p(x) + n(v-c) \sum_{x=n}^{\infty} p(x) =$$

$$= v \sum_{x=0}^{n-1} x p(x) - cn \sum_{x=0}^{n-1} p(x) + vn \sum_{x=n}^{\infty} p(x) - cn \sum_{x=n}^{\infty} p(x) =$$

$$= v \sum_{x=0}^{n-1} x p(x) + vn \left[1 - \sum_{x=0}^{n-1} p(x) \right] - cn \left[\underbrace{\sum_{x=0}^{n-1} p(x) + \sum_{x=n}^{\infty} p(x)}_1 \right] =$$

$$\boxed{L = v \sum_{x=0}^{n-1} x p(x) + nv - \left[1 - \sum_{x=0}^{n-1} p(x) \right] - cn}$$

Tabelando esta função, calculamos seu máximo :

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	
n	0	p(x)	xp(x)	x ² p(x)	$\frac{n-1}{x} xp(x)$	x p(x)	1 - p(x)	nv	1 - p(x)	ncn	L
n	0	p(x)	xp(x)	x ² p(x)	$\frac{n-1}{x} xp(x)$	x p(x)	1 - p(x)	nv	1 - p(x)	ncn	L
1	0	-	-	-	-	-	-	nv	-	-	-
2	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,6	0,600	0,400	0,200
3	2	0,002	0,004	0,004	0,001	0,002	0,998	0,9	0,898	0,600	0,299
4	3	0,008	0,024	0,028	0,008	0,010	0,990	1,2	1,188	0,800	0,396
5	4	0,019	0,076	0,104	0,031	0,029	0,971	1,5	1,456	1,000	0,487
6	5	0,036	0,190	0,294	0,088	0,067	0,933	1,8	1,679	1,200	0,567
7	6	0,063	0,378	0,672	0,202	0,130	0,870	2,1	1,827	1,400	0,629
8	7	0,090	0,490	1,162	0,349	0,220	0,780	2,4	1,872	1,600	<u>0,621</u>
9	8	0,113	0,904	2,066	0,620	0,333	0,667	2,7	1,801	1,800	<u>0,621</u>
10	9	0,125	1,125	3,191	0,957	0,458	0,542	3,0	1,626	2,000	0,583
11	10	0,125	1,250	4,441	1,332	0,583	0,417	3,3	1,376	2,200	0,508
12	11	0,114	1,554	5,995	1,798	0,697	0,303	3,6	1,091	2,400	0,489

RESPOSTA - O jornaleiro deve comprar 8 ou 9 jornais por dia, para obter máximo lucro.

OBSERVAÇÃO - Os valores para 8 e 9 são iguais por coincidência.

PROBLEMA

A procura de certo produto em uma loja se distribui segundo Poisson, de média 3 produtos/mês. O estoque só pode ser refeito uma vez por mês. Qual a quantidade que deve estar em estoque no momento que a reposição é feita para que em 90% dos casos não falte produto no mês? (estoque = estoque residual + quantidade recebida)

SOLUÇÃO

O número de unidades do produto em apreço n, deve ser tal que $\sum_{x=0}^n p(x) = 0,90$

$$p(x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!} \quad \mu = 3$$

$$p(0) = \frac{3^0 e^{-3}}{0!} = e^{-3}$$

$$p(1) = \frac{3^1 e^{-3}}{1!} = 3 e^{-3} = \mu p_0 = 3 e^{-3}$$

$$p(2) = \frac{3^2 e^{-3}}{2!} = 4,5 e^{-3} = \mu / 2 p_1 = \frac{3 \times 3e^{-3}}{2} = 4,5 e^{-3}$$

$$p(3) = \frac{3^3 e^{-3}}{3!} = 4,5 e^{-3} = \frac{\mu}{3} p_2 = \frac{3}{3} 4,5 e^{-3} = 4,5 e^{-3}$$

$$p(4) = \frac{3^4 e^{-3}}{4!} = 3,38 e^{-3} = \frac{4}{4} \times p_3 = \frac{3}{4} \cdot 4,5 e^{-3} = 3,375 e^{-3}$$

$$p(5) = \frac{3^5 e^{-3}}{5!} = 2,03 e^{-3}$$

$$p(6) = \frac{3^6 e^{-3}}{6!} = 1,01 e^{-3}$$

$$\sum_{x=0}^4 p(x) = e^{-3} (1 + 3 + 4,5 + 3,38) = 0,8149$$

$$\sum_{x=0}^5 p(x) = e^{-3} (1 + 3 + 4,5 + 3,38 + 2,03) = \frac{1}{20,1} 18,41 = 0,9159$$

∴ deve-se ter em estoque após a chegada do pedido 5 unidades.

APÊNDICE : Extraído do livro: "PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO"

de SERGIO BAPTISTA ZACCARELLI - COLEÇÃO CEPAI

1 - SISTEMAS DE CONTROLE DE ESTOQUES

Existem três sistemas básicos: sistema de duas gavetas, sistema de renovação periódica e sistema de estocagem para fim específico. Na prática, existem combinações ou adaptações destes sistemas básicos. Uma companhia pode usar simultaneamente diversos sistemas dependendo da variedade de materiais estocados. Companhias de um mesmo ramo não utilizam, necessariamente, os mesmos sistemas. Para cada companhia, deve ser determinado qual, dentre os sistemas, é o mais conveniente e mais econômico, considerando, simultaneamente, os juros sobre o capital investido em estoque, as despesas de armazenagem e o custo de aquisição dos materiais estocados. Neste capítulo, veremos os sistemas de controle de estoque em seus aspectos qualitativos, reservando os aspectos quantitativos para o próximo capítulo.

1.1 - SISTEMA DE DUAS GAVETAS OU DE ESTOQUE MÍNIMO

Consistem na separação do lote em duas partes: uma parte que será utilizada totalmente até a data da encomenda de um lote para reposição; outra parte para ser utilizada entre a data da encomenda e a data do recebimento do lote. A denominação "duas gavetas" decorre da idéia de guardar um mesmo material em duas gavetas. Utiliza-se, inicialmente, o material da primeira gaveta e, quando for necessário utilizar o material da segunda gaveta, é ocasião de fazer um pedido de renovação de estoque. A quantidade colocada na segunda gaveta deverá ser suficiente para atender à demanda, durante a espera pelo recebimento do pedido. A denominação "sistema de estoques mínimo" é usada principalmente quando a separação entre as duas partes do estoque não é feita fisicamente, mas apenas registrado na ficha de estoque, o ponto de separação entre uma parte e outra.

O sistema de duas gavetas é muito fácil de ser entendido e seguido pelos controladores de estoques. Além disso, ele permite um fácil levantamento do estoque físico, se este levantamento for feito por ocasião do recebimento do novo pedido. Como desvantagem, por este sistema, perde-se a oportunidade de conseguir educação no custo do transporte, ou desconto no preço unitário, por não encomendar diversos produtos simultaneamente. Daí um procedimento suplementar de examinar todos os itens relacionados com aquele que atingiu a segunda gaveta para incluir na relação de compra aqueles itens que estão prestes a atingir a segunda gaveta. Para automatizar este procedimento, pode-se usar três gavetas, mas não haverá aumento na quantidade média estocada.

Outra complicação aparece quando um mesmo item é estocado em diversos locais. Qualquer solução torna-se complicada: a mais comum é a redistribuição entre os departamentos com uma segunda gaveta em local centralizado. Frequentemente, o custo total desta solução é maior do que as vantagens da manutenção independente.

Exemplos de aplicações do sistema de duas gavetas :

a) manter anotada na ficha de estoque, a quantidade de peças que pertence à segunda gaveta, ou seja, a parte que deverá ser utilizada no período entre a data de encomenda e o recebimento do pedido de reposição. Quando o saldo em estoque atingir esta quantidade, g₂mite-se uma requisição para estoque;

b) companhia que mantém, além das peças na prateleira, uma reserva de um pequeno número de cada tipo de peças pequenas em um saco de plástico transparente, juntamente com cartão de identificação. Quando termina o suprimento da prateleira e o almoxarife necessita retirar o saco de plástico, o cartão de identificação é enviado ao Departamento de Compras, para este proceder à aquisição de um lote de peças;

c) colocação de uma marca indicando a separação entre a primeira e a segunda gaveta, na pilha de cada item. A marca pode ser o próprio pedido de renovação.

A reposição de unidade por unidade, ou seja, manter um certo número de unidades em estoque, e, imediatamente após a saída de um item, fazer um pedido de compra deste item, pode ser considerado como um caso limite do sistema de duas gavetas, pelo qual mantém-se z₂ no unidades na primeira gaveta. Este sistema de reposição de unidade por unidade é aplicado frequentemente na aquisição de peças para manutenção, ferramentas, etc.

1.2 - SISTEMA DE RENOVAÇÃO PERIÓDICA

Consiste em fazer pedidos para reposição dos estoques em intervalos de tempos estabelecidos para cada item. Estes intervalos de tempo para minimizar o custo de estocagem, devem variar de item para item. A quantidade a ser comprada em cada encomenda é tal que, somada com a quantidade existente em estoque, seja suficiente para atender à demanda até o recebimento da encomenda seguinte. Naturalmente, a incerteza sobre a demanda e sobre a duração da espera pelo fornecimento obrigam a manutenção de um estoque de reserva.

O período mais econômico para proceder à renovação de estoque é diferente para cada item em estoque, porque há diferenças nos tempos de espera para reposição, na demanda, na obsolescência, no custo de estocagem, etc. Entretanto, é frequente adotar-se períodos iguais para um grande número de itens em estoque porque, procedendo à compra simultânea de diversos itens, pode-se obter condições vantajosas na compra e transporte.

Se for feita uma encomenda semanal (ou mensal, bimensal, etc.) para todos os itens, uma análise desta encomenda dará os índices de rotação de estoques para cada um dos itens encomendados. Entretanto, os índices de rotação de estoque não permitem avaliar se os estoques têm sido mantidos próximos ao nível mais econômico.

1.3 - COMBINAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE DUAS GAVETAS E O SISTEMA DE RENOVAÇÃO PERIÓDICA

Há duas combinações possíveis:

1 - opera-se como no sistema de renovação periódica com a inclusão de um estoque mínimo que, se atingido antes da época normal de renovação, determina que se faça um novo pedido. Para um mesmo nível médio de estoque, este fornece mais proteção contra falta de material em estoque ;

2 - possui um ciclo de inspeção de estoque de um certo número de dias. Se em uma inspeção for encontrado um estoque maior do que um mínimo preestabelecido nada se faz, mas se for encontrado um estoque menor do que esse mínimo, ter-se-á que fazer um pedido de reposição. Evidentemente, o estoque mínimo, neste caso, deverá ser maior do que no sistema (puro) de duas gavetas.

A escolha entre quais desses sistemas deve-se utilizar, depende das condições de trabalho, tipo de empregados existentes, etc. O sistema misto II, por exemplo, exige que um funcionário se especialize na função de exame das fichas de estoque ou na função de examinar os itens em estoque e fazer pedidos de renovação.

1.4 - SISTEMA DE ESTOCAGEM PARA UM FIM ESPECÍFICO

Apresenta duas subdivisões :

estocagem para atender a uma programação da produção predeterminada ;
estocagem para atender especificamente a uma ordem de produção ou a uma requisição.

A - ESTOCAGEM PARA ATENDER À PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO

É utilizada nas indústrias do tipo contínuo ou semi-contínuo que estabelece, com antecedência de vários meses, os níveis de produção. É frequentemente chamada "controle de materiais" para criar uma distinção de "controle de estoques" que designa a função que cuida dos materiais estocados por um dos sistemas anteriores. A programação do recebimento dos materiais no estoque deve ser coerente com a programação geral das atividades produtivas. Esta programação geral é feita para vários períodos (meses ou semanas) e considerada imutável ou congelada, para o período seguinte, e mutável ou tentativa para os períodos posteriores.

Vantagens :

- a) estoques menores com riscos de esgotar-se objetivamente controlados, porque se conhece a demanda futura;

- b) melhores condições de compra de materiais, porque pode-se aceitar contratos de grandes volumes, para entrega parcelada. A atividade de compra fica reduzida porque não é necessário emitir pedidos de fornecimento para cada lote de material.

Procedimento

Deve ser estabelecida uma programação geral congelada, e outra provável, para um período subsequente ao período coberto pela programação congelada. Esta programação para os produtos finais é transformada pelos programadores, ou pelos planejadores, em programação dos recebimentos necessários levando em conta a lista de materiais, percentagem de perdas, trabalhos especiais em projeto, etc.

Essa programação dos recebimentos é enviada ao Departamento de Compras, como ordem para proceder à compra. Este escolhe o fornecedor e estabelece um contrato de fornecimento.

Feito o contrato pelo Departamento de Compras, torna-se necessário proceder ao acompanhamento, feito pelo controle de materiais ou, se alguma razão especial justificar, pelo Departamento de Compras.

Esta função de acompanhamento consiste em verificar como o fornecedor obedece à programação de recebimentos e, antecipadamente, obter do fornecedor informações sobre qualquer possibilidade de atraso nas entregas. Caso qualquer anormalidade grave seja notada, o Departamento de Compras deve ser chamado a intervir.

Nas fichas de estoque deverão constar a programação de recebimento (congelada e provável) e os recebimentos ocorridos, numa disposição que permita o confronto entre ambos.

As fichas de estoque são, geralmente, ordenadas de acordo com a sequência de montagem ou de utilização final, o que facilita a acumulação e análise da gravidade das falhas no recebimento. Componentes de uso múltiplo devem ter um fichário separado, porém, no fichário, pela sequência de montagem, deverá haver uma referência àquelas componentes.

B - ESTOCAGEM PARA ATENDER ESPECIFICAMENTE A UMA ORDEM DE PRODUÇÃO OU A UMA REQUISICÃO

É o método empregado nas indústrias do tipo intermitente, fabricando sob encomenda. É justificável no caso de materiais especiais que são necessários esporadicamente, ou a intervalos de tempos muito longos.

Neste sistema, os pedidos de material são baseados principalmente na lista de materiais e na programação geral. A lista de materiais é enviada ao fichário de estoque, onde é examinada para verificar quais os itens que são mantidos em estoque. Para os itens que são mantidos em estoque, deve ser feito o lançamento na ficha de estoque, reservando a quantidade necessária para a encomenda e computando o saldo disponível para outras encomendas. Os itens que não foram mantidos em estoque deverão ser comprados e, portanto, deverá ser preenchido um pedido de compra. A programação dará indicações da época em que o item será necessário para inclusão na ordem de compra, e além disso, será o meio utilizado para fazer o acompanhamento do cumprimento dos prazos de entrega.

Existem casos em que o pedido para compra necessita ser feito mesmo antes do projeto do produto estar detalhado, ou seja, antes da lista de materiais estar pronta, porque o item a ser comprado tem um ciclo de fabricação excessivamente longo. Exemplo, grandes motores, turbinas, etc.

1.5 - COMBINAÇÕES ENTRE O SISTEMA DE ESTOCAGEM PARA UM FIM ESPECÍFICO E O SISTEMA DE DUAS GAVETAS

Existem várias possibilidades :

- I - considerar o lote mínimo como um estoque que, quando atingido, determina o exame das necessidades futuras. Se as necessidades futuras justificarem, faz-se um pedido de renovação imediatamente. Caso contrário, propõe-se a data do pedido de renovação, ou faz-se o pedido com data de entrega especificada para uma data próxima daquele em que será necessária ;

II - manter, na ficha de estoques, uma coluna de quantidades reservadas e uma coluna de saldo disponível para outras encomendas. Quando o saldo disponível fica inferior a uma quantidade prefixada, faz-se um pedido de reposição.

1.6 - CONCLUSÃO

A diversidade de sistemas e as características de cada um deles torna claro que há um sistema mais adequado para cada caso e que convém utilizar mais do que um destes sistemas, devido à diversidade de utilização dos materiais. Cada um dos sistemas necessita uma rotina administrativa e um fluxo de informações escritas que deverá ser adaptado ao sistema e ser o mais simples possível.

2 - FICHAS DE ESTOQUE

Os principais objetivos das fichas de estoque são :

- a) conhecimento da disponibilidade de material;
- b) permitem analisar quando será necessário emitir um pedido de reposição;
- c) conhecimento do valor monetário do estoque e do custo de cada item ;
- d) indicam "a posteriori" sobre desvios ou perdas de material.

Existe uma grande variedade de fichas de estoque em uso. Além das diferenças de tipo e disposição das informações na ficha, existem muitos dispositivos para facilitar o uso das fichas, como Kardex, tambores rotativos, quadros, etc., tornando enorme a variedade de fichas de estoque. Muitos destes dispositivos, para facilitar o uso das fichas, permitem a utilização de índices coloridos que dão maior destaque a um ou mais aspectos, tornando fácil a inspeção das fichas.

Não é possível estabelecer em definitivo que informações devem estar contidas na ficha de estoque, porque muitos fatores influem na escolha destas informações, como por exemplo, o tipo de indústria e o sistema de PCP utilizado. Apresentamos abaixo uma lista de informações que, frequentemente, constam das fichas de estoque. Evidentemente, nem todas estas informações necessitam constar de um determinada ficha.

A - Informações para identificação

- a) nome do item;
- b) número do item;
- c) especificação ou descrição;
- d) unidade de medida;
- e) localização no almoxarifado;
- f) produto final a que se destina, tipo de utilização

B - INFORMAÇÕES PARA CONTROLE

- a) lote mínimo;
- b) lote econômico;
- c) sumário de utilização mensal ou anual;
- d) número de dias necessários para atendimento de um pedido;
- e) preço unitário;
- f) possíveis fornecedores
- g) porcentagem de perda ou rejeição, prevista e realizada.

C - INFORMAÇÕES SOBRE A MOVIMENTAÇÃO DO ESTOQUE

- a) pedidos de reposição: data, número do pedido e quantidade pedida, data em que o pedido será recebido;
- b) recebimento de material: data, quantidade e número do documento que acompanhou o material;
- c) reservas de material: data, quantidade e número do pedido de reserva;
- d) retiradas de material; data, quantidade e número da requisição.

D - INFORMAÇÕES SOBRE O SALDO

- a) saldo em estoque: quantidade existente no almoxarifado;
- b) saldo disponível: quantidade existente no almoxarifado não reservada, mais quantidade encomendada e ainda não recebida;
- c) saldo das encomendas: quantidade total encomendada e ainda não recebida;
- d) saldo das reservas: quantidade total reservada e não retirada do almoxarifado.

E - INFORMAÇÕES SOBRE CUSTO E VALOR DO ESTOQUE

- a) custo unitário de cada entrada;
- b) custo total de cada entrada;
- c) custo unitário médio, ou custo LIFO, ou custo FIFO;
- d) custo padrão;
- e) custo total de cada saída;
- f) saldo monetário em estoque.

Ao se projetar uma ficha de estoque para uma situação específica, esta lista pode ser utilizada como lembrete das informações que, frequentemente, são incluídas em fichas de estoque. Depois, deve ser considerado como esta ficha será guardada e com que recursos ela será preenchida. Estuda-se, então, qual é a disposição mais conveniente das informações na ficha de estoque.

A adoção de fichas de estoque convencionais, ou copiadas de outras firmas, deve ser precedida de cuidadosa análise crítica. É particularmente importante decidir quais informações, sobre movimentação de estoque e sobre saldo, devem constar da ficha para satisfazer às conveniências operativas em cada situação. Para melhor ilustração desta importância daremos três exemplos de agrupamento de informações sobre movimentação de estoque e sobre saldos, com suas implicações.

Exemplo I - Indica a quantidade de material recebido (Entradas), entregue (Saídas) e o saldo em estoque.

Exemplo II - Indica a quantidade de material encomendado, recebido, entregue e o saldo em estoque.

Exemplo III - Indica a quantidade de material encomendado, recebido, saldo a receber, reservado para trabalhos específicos e o saldo disponível para reservas.

Exemplo IV - Combina os dois anteriores, indicando a quantidade de material encomendado, recebido, saldo a receber reservado para trabalhos específicos, saldo disponível para outras reservas, saídas, saldo em estoque. É conhecido como sistema duplo.

O exemplo I corresponde ao tipo de ficha de estoque de uso mais frequente. É o tipo mais simples mas é também o menos útil. A figura 1 indica uma das disposições possíveis das informações.

Esta ficha registra, tão-somente, o que aconteceu e, como tal, é útil apenas para o controle mais elementar possível do estoque. Ela apresenta pouca utilidade para a PCP ou para o planejamento de compras, porque o saldo em estoque de um certo item pode ser grande, mas estão sendo emitidas "ordens de fabricação" que requerem uma quantidade maior do que este saldo e não se pode prever, pela ficha, que há verã falta de material para atender às requisições eminentes. Se isto acontecer, a produção se que ficará sacrificada. Por outro lado, se o saldo em estoque for pequeno ou nulo, a ficha não fornece indicação se haverá um recebimento em data próxima, ou se é necessário proceder a uma compra urgente. Esta informação terá que ser obtida em outra parte.

FICHA DE ESTOQUE									
MATERIAL _____					UNIDADE _____				
CÓDIGO _____					OBS.: _____				
Data	Docum.	Entrada	Saída	Saldo	Data	Docum.	Entrada	Saída	Saldo

fig. 1

Para o exemplo II, uma possível disposição de colunas de movimentação de saldo - está ilustrada na figura 2.

Este sistema, relativamente simples, tem a limitação de indicar a quantidade em tregue e o novo saldo em estoque após a transação ter sido realizada. O pessoal responsável pelo estoque não possui aviso prévio da demanda. Este sistema ou suas simplificações são adequadas quando o material tem utilização sem grandes flutuações ou quando há encomendas de material para satisfazer a cada ordem de fabricação.

O exemplo III (ver figura 3) visa indicar previamente qual será a situação de estoque em futuro próximo.

Por este sistema, a requisição de materiais, ou a ordem de fabricação, é enviada ao fichário de estoques, imediatamente após a preparação da ordem e, portanto, muito antes da retirada do material do almoxarifado. Apresenta, portanto, a vantagem de ser conhecida a demanda de materiais antes do fato consumado. Se a demanda for maior do que o disponível para reservas, será feito um pedido de compras de materiais cujo prazo de entrega pode ser determinado, levando em conta a data de início das diversas ordens. Se não for possível obter o material com a presteza necessária, o controle da produção deve ser avisado para proceder à alteração da programação. Apresenta a desvantagem de não indicar o saldo em estoque. Quando este saldo for necessário, tem-se que computá-lo baseando-se nos recebimentos e nas reservas já atendidas.

O exemplo IV, (ver figura 4) apresenta-se como obrigatório, quando se deseja o saldo em estoque simultaneamente com o aviso prévio das quantidades necessárias. É um sistema mais caro do que os anteriores, mas oferece um controle adicional que, frequentemente, compensa o seu maior custo.

Além da coluna de reservas nas fichas do exemplo IV, pode-se completar a ficha com estimativas mensais da utilização futura do item e das porcentagens de perda ou rejeições verificadas no passado. Nas fichas para materiais de utilização contínua na linha de produção tornam-se de grande importância por constituírem a base do sistema de estocagem.

3 - LOCALIZAÇÃO DO FICHÁRIO DE ESTOQUE

No passado, foi frequente a utilização de fichas de estoques, as mais simples possíveis, em cartões pregados à prateleira do depósito de materiais.

Ao ser retirado um material, era anotada a quantidade retirada. Pelas suas desvantagens como controle excessivamente fraco e, por ficarem as fichas espalhadas pelo almoxarifado, este sistema é atualmente raro e difícil de justificar.

FICHA DE ESTOQUE					
MATERIAL			UNIDADE		
CÓDIGO			OBS.:		
Data	Documento	Encomenda	Entrada	Saida	Saldo em Estoque

Fig. 2

FICHA DE ESTOQUE						
MATERIAL			UNIDADE			
CÓDIGO			OBS.:			
Data	Documento	Encomenda	Entrada	Saldo a receber	Reserva	Saldo p/ reservas

Fig. 3

Atualmente, considera-se desejável que o fichário de estoque seja mantido em um local fora do almoxarifado, e que, no almoxarifado, exista uma ficha de prateleira ou tão-somente um índice para localizar os materiais. É frequente situar-se no Controle de Produção, como um setor independentemente ou agrupado com o setor de programação ou liberação central. Há outras situações em que o fichário se localiza em um escalão de autoridade mais elevada e, portanto, mais próxima da alta administração.

4 - VERIFICAÇÃO DO ESTOQUE

É necessário, periodicamente, verificar se o saldo constante da ficha de estoque é igual ao número de unidade existentes no almoxarifado. Pode ter havido erro de anotação na ficha, extravio de material do almoxarifado, etc.

Note-se que a ficha de estoque não impede extravios de material. Apenas acusa "a posteriori" a existência do extravio.

Existem vários métodos de se proceder à verificação do saldo em estoque:

- a) verificação completa ao fim do ano ou semestre;
- b) verificação contínua durante todo o ano, de alguns itens por dia;
- c) verificação dos itens que tem pedido de reposição.

Dentre estes, o último sistema é geralmente o melhor, porque é feita a contagem dos itens que se encontram com estoque baixo. O primeiro sistema tem o grave inconveniente de prejudicar a atividade normal da empresa.

5- CLASSIFICAÇÃO DO ESTOQUE POR VALOR

É fato quase genérico em indústrias, que o valor total requisitado de estoque é, em sua grande porcentagem, correspondente a uma pequena porcentagem dos itens requisitados. Este fenômeno não ocorre somente com estoques. Possivelmente uma grande porcentagem da redução de custo que pode resultar de um estado de simplificação de métodos de trabalhos, é devido a uma pequena porcentagem de métodos simplificados. Uma pequena porcentagem de ferramentas é provável que sofra uma utilização porcentual muito grande. Um pequeno grupo de operários incide na grande maioria dos acidentes.

Tal fato sendo frequente com o valor requisitado de estoque, pode-se agrupar os itens de estoque em três (ou quatro) classes: A, B, C. Na classe A, inclui-se uma pequena porcentagem de itens que totalizam uma grande porcentagem do valor total requisitado. Na classe C inclui-se a grande porcentagem dos itens em estoque que totalizam uma pequena porcentagem do valor total requisitado. Na classe B incluem-se os itens intermediários entre a classe A e a classe C. No apêndice A.1 acha-se explicado como construir e utilizar a curva ABC - (livro citado).

FICHA DE ESTOQUE									
MATERIAL.....Parafuso aço inox.....							UNIDADE.....		
CÓDIGO 743 328							OBS.:.....		
Data	Documento	Encomenda	Entrada	Saldo a receber	Reserva	Saldo p/reserva	Saida	Saldo em estoque	
2/1	P.F. 432	5000	-	5000	-	5000	-	0	
15/1	N.F. 4527	-	2000	3000	-	5000	-	2000	
20/1	O.F. 7243	-	-	3000	1000	4000	-	2000	
23/1	R.Q. 7243	-	-	3000	-	4000	1000	1000	
26/1	N.F. 4550	-	3000	0	-	4000	-	4000	
27/1	O.F. 7320	-	-	0	3000	1000	-	4000	
27/1	P.F. 471	4000	-	4000	-	5000	-	4000	

Fig. 4

- 2/1 - Feito o pedido de fornecimento número 432 (P.F.-432) de 5000 unidades. O saldo a receber e o saldo de reserva ficam iguais a 5000 unidades. Até o dia do recebimento, o saldo em estoque será nulo.
- 15/1 - Recebidas 2000 unidades como parte do pedido anterior pela nota fiscal nº 4527 (NF4527). O saldo a receber cai para 3000 unidades. O saldo para reservas não é afetado e o saldo em estoque sobe para 2000 unidades.
- 20/1 - Foi emitida a ordem de fabricação nº 7243 (O.F. 7243) que irá necessitar de 1000 unidades. O saldo para reservas cai para 4000 unidades, mas o saldo em estoque não será afetado, pois não foi retirado material do estoque.
- 23/1 - Foi, pela requisição de material nº 7243 (RQ 7243) retirada do almoxarife do 1000 unidades anteriormente reservadas. Só é alterado o saldo em estoque.
- 26/1 - Recebido o restante do pedido feito em 2/1, pela nota fiscal nº 4550. Subtrai-se 3000 unidades do saldo a receber e soma-se ao saldo em estoque.
- 27/1 - Feita a reserva de 3000 unidades para a ordem de fabricação nº 7320. O saldo para reservas cai para 1000 unidades e, sendo este valor considerado baixo, deve ser emitido um pedido de fornecimento.
- 27/1 - Emitido pedido de fornecimento de 4000 unidades.